

Säätötekniikan laboratorio
Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto

Tekniikan pedagogiikka - Väitöskirjat ja tutkijakoulutus
prosessi- ja ympäristötekniikan osastolla

Juha Jaako

Raportti B No 47, Syyskuu 2003

Oulun yliopisto
Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto
Säätötekniikan laboratorio
Raportti B No 47, Syyskuu 2003

Tekniikan pedagogiikka - Väitöskirjat ja tutkijakoulutus prosessi- ja
ympäristötekniikan osastolla
Juha Jaako, tekn.toht. & yliassistentti

Tiivistelmä

Tekniikan alan väitöskirjojen määrä on jäänyt asetetuista tavoitteista Oulun yliopistossa viime vuosina. Asiaan on yliopiston rehtori kiinnittänyt huomiota useissa yhteyksissä.

Tutkimuksessa on tarkasteltu yhden teknillisen tiedekunnan osaston eli Prosessi- ja ympäristötekniikan osaston tutkimustyön laatua pelkästään väitöskirjojen määrää tarkastelemalla. Tarkastelun kohteena on ollut koko osaston historia. Tutkimustyön tuloksena voidaan osaston toiminnasta todeta seuraavaa:

- Väitöskirjatutkimuksen tekoaika osastolla on keskimäärin 5½ vuotta.
- Eri tutkimusryhmien väitöskirjojen määrä vaihtelee huomattavasti ja vaihteluväli on 0 – 14 väitöskirjaa.
- Professorien vaihdokset ovat kriittisiä tapahtumia tutkimusryhmien toiminnassa.
- Uuden professorin omat oppilaat väittelevät keskimäärin 5½ vuoden kuluttua professorin nimityksestä. Jos nimitetyllä professorilla on jo oma tutkimusryhmä, aika on lyhyempi.
- Uusien tutkimusryhmien perustaminen ja vastaavan väitöskirjatuotannon aloittaminen on erittäin hidas prosessi; näin erityisesti, jos tutkimusaluetta vaihdetaan radikaalisti ja jatkuvuudesta ei pidetä huolta.
- Jatko-opintojen ohjaamiseen on kiinnitetty liian vähän huomiota, jos otetaan huomioon osaston jatko-opiskelijoiden suuri määrä (166).
- Jatko-opintojen ohjaamisen pitäisi muuttua selkeästi paremmaksi ja ensisijassa systemaattisemmaksi; erityisesti pitäisi kiinnittää huomio assistenttien ja teollisuuslaitosten palveluksessa olevien jatko-opiskelijoiden ohjaukseen.
- Puutteelliseksi koettu ohjaus on osaston jatko-opiskelijoiden suurin kritiikin aihe.
- Tutkimusryhmissä on selkeä pula tutkimusta johtavista väitelleistä tohtoreista; pitkään vatkuteltu keskiportaan uudistus tulisi välittömästi toteuttaa.
- Teknillisen tiedekunnan tutkintovalikoimasta tulisi poistaa tekniikan lisenssiaatin tutkinto; perustelut tekstissä.

Tutkimusraportti sisältää myös täydellisen väitöskirjaluettelon tiivistelmineen.

Hakusanat: yliopistopedagogiikka, jatko-opinnot, metakognitiiviset taidot, jatko-opintojen ohjaaminen

ISBN 951-42-7137-8
ISSN 1238-9404
Oulun yliopistopaino
Oulu 2003

Oulun yliopisto
Säätötekniikan laboratorio
PL 4300
FIN-90014 Oulun yliopisto

Sisältö

1 Johdanto.....	1
2 Tilastot.....	2
2.1 Jatkotutkinnot osaston historian aikana	2
2.2 Väitöskirjojen tekoajat, formaatit, väitöskirjan kieli, tutkijakoulut	4
2.3 Lisensiaatista tohtoriksi	7
3 Tutkimusryhmät.....	10
3.1 Tutkimuslinjat	10
3.2 Väitöskirjat tutkimusryhmittäin.....	11
3.3 Johtopäätöksiä	17
3.4 Tutkimuspyrami.....	17
4 Jatko-opiskelijat.....	22
5 Johtopäätöksiä	27
6 Viitteet	28
Liite 1 – Väitöskirjat prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa	29
Liite 2 – Esitarkastajat, vastaväittäjät ja kustokset.....	63
Liite 3 – Osaston professuurit.....	64
Liite 4 – Väitöskirjatyö tekijän kannalta.....	65

I Johdanto

Tämä raportti kuuluu kirjoittajan koordinoimaan kirjoitusprojektiin *Tekniikan pedagogiikka*, jonka tarkoituksena on kirjoittaa yleisesitys tekniikan alan korkeakouluopetuksen pedagogiikasta. Esitettävä tutkimus tarkastelee tekniikan alan yliopistollisia jatko-opintoja. Tutkimuksen kohteena on ollut 42-vuotias osasto, jonka toimintaa, toiminnan tuloksia eli väitöskirjoja ja kulttuurisia muutoksia on tarkasteltu.

Tutkimus on tehty prosessitekniikan osastossa ja sen seuraajassa prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa (PYO) vuosina 1983-2003. Kirjoittaja on toiminut tuona aikana osastossa diplomityön tekijänä, jatko-opiskelijana, väitöskirjan tekijänä ja *post-doc*-työntekijänä; lisäksi opettajana (päätoiminen ja sivutoiminen tuntiopettaja, assistentti sekä yliassistentti) ja tutkijana. Työkokemusta on karttunut useista laboratorioista (lämpö- ja diffuusiotekniikka, säätötekniikka, tuotantotalous ja kemiallinen prosessitekniikka) ja olen istunut pari vuotta mekaanisen prosessitekniikan laboratorion (nyk. Kuitu- ja partikkelitekniikka) tutkijoiden kanssa samassa kahvipöydässä. Tämä on antanut mahdollisuuden tarkastella erilaisten tutkimus- ja opetusyksiköiden toimintaa, johtamiskulttuuria sekä tutkimus- ja opiskeluilmapiiriä. Lisäksi olen ollut mukana auditoimassa prosessimetallurgian laboratorion opetusta. Jatko-opiskelijoiden sielunelämään olen tutustunut järjestämäni kurssien *Uusien opettajien perehdyttämiskoulutus* (elokuu 2002) ja *Tutkijoiden perehdyttämiskoulutus* (2003) aikana.

Tekstin lopussa liitteessä I on luetteloitu PYO:ssa sen historian aikana (1961-2003) tehdyt väitöskirjat. Tähän luetteloon on laskettu myös PYO:n edeltäjän Prosessitekniikan osaston (PO) väitöskirjat. PO:n edeltäjä oli Teollisuusinsinööriosasto, mutta sen toiminnan aikana ei väitöskirjoja syntynyt.

Väitöskirjojen luettelon lisäksi tekstissä käsitellään osaston tutkimussuuntia, väitöskirjojen tekijöiden ominaisuuksia, väitöskirjojen ohjausta ja tutkijakoulutettavien koulutustarpeita. Tilastotietoja on runsaasti; tilastotietojen käyttöä on vaikeuttanut se, että tiedot ovat olleet pahasti hajallaan.

Väitöskirjat ja vastaavat tohtorin tutkinnot ovat tulleet yhä tärkeämmiksi tuloksellisuuden mittariksi. Opetusministeriön hinnastossa vuonna 2003 yhden tohtorin arvo on 228 000 € ja diplomi-insinöörin arvo 36 000 € [2].

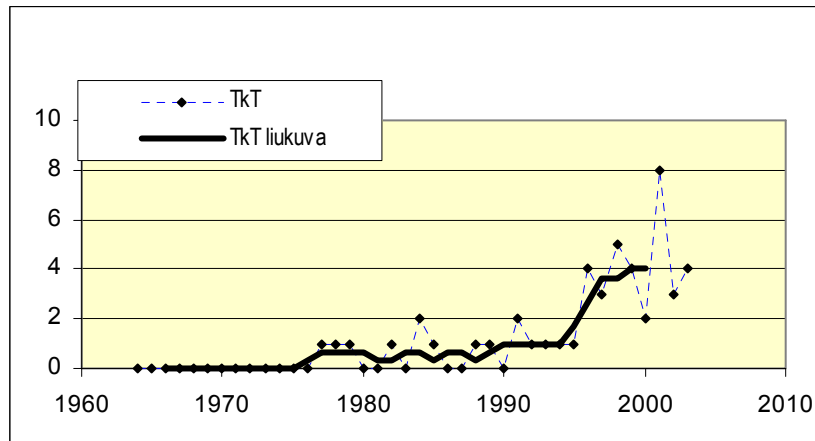
Suuret kiitokset *Hannele Timoselle* ja *Pekka Niemistölle* saamistani tilastoista, *Eino Tunkelolle* taloudellisen toiminnan ja laadun käsitteiden selkeyttämisestä, luonnontieteellisen ja teknillisen tiedekunnan opintoasiainpäälliköille *Heikki Kuoppalalle* ja *Eero Wallinille* mielenkiintoisista keskusteluista sekä osaston kymmenille jatko-opiskelijoille ja professoreille kokonaisuuden rakentamisen kannalta tärkeistä tiedonmuruksista. Prof. *Matti Isohanni* on toimittanut julkaisujen luettelon koskien tutkimustiimien toimintaa. Yliassistentti *Eetu-Pekka Heikkinen* on toimittanut minulle laatimansa esityksen väitöskirjan teon ongelmista. Kollegani *Jyrki Heino* holismin¹ ja pitkäaikaisen assistenttityön alalla on taittanut terän pahimmilta kärjistyksiltäni; tästä extra-hyper-kiitokset *Jyrkille*. Opettajakollegalleni lehtori *Aila Auviselle* kiitokset käsikirjoituksen lukemisesta ja kommentaista.

¹ Oppi jonka mukaan kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa. Esimerkiksi organismin toimintaa ei voi holistin mukaan pätevästi kuvata pitäytymällä vain sen osien välisiä mekanismeja kuvaavaan selitystapaan.

2 Tilastot

2.1 Jatkotutkinnot osaston historian aikana

Seuraavassa kuvassa esitetään tohtorintutkinnot osaston 42-vuotisen historian aikana.



Kuva I. Tohtorin tutkinnot 1961-2003.

Kuvaan I on merkitty kunakin vuonna PYO:ssa tohtorin tutkinnon suorittaneet¹. Eräänlainen huippu saavutettiin vuonna 2001; muuten tilanne näyttää tasaantuvan tasolle 4-5 tohtoria per vuosi². Huomaa, että liitteessä I on esitetty osaston väitöskirjat ja siten kuva I ja liite I eroavat jonkin verran toisistaan. Väitöstilaisuuden sattumassa marras-joulukuulle siirtyä tohtorin tutkinto seuraavan vuoden puolelle. Nämä tilanteet on myös merkitty liitteeseen I.

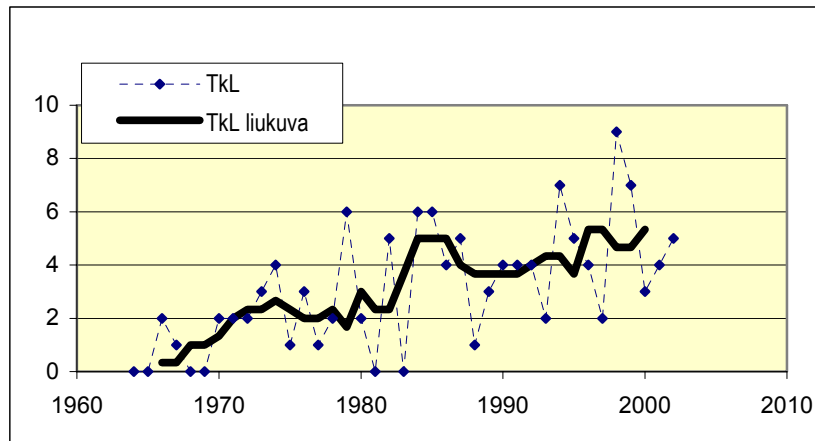
Väitöskirjojen määrää tarkasteltaessa näyttää siltä, että 1960- ja 1970-luku olivat tutkimuksellisesti köyhää aikaa, mutta tämä ei tarkasti ottaen pidä paikkaansa [1]. Tuona aikana kasvatettiin osaston tietotaitoa ja jatko-opinnoissa pyrittiin ensisijaisesti lisensiaatin tutkinnon suorittamiseen. Ilmeisesti epätietoisuus väitöskirjalle asetetuista vaatimuksista ja väitöskirjatyön puutteellinen ohjaus johtivat siihen, että *monta väitöskirjaa jäi tuona aikana pöytälaatikkoon* [1].

Tällainen toimintakulttuuri oli vielä erinomaisesti hengissä 1980-luvulla. Lisensiaatin tutkintoon tähtääminen oli myös jatko-opiskelijakavereideni tavoitteena aloittaessani jatko-opinnot vuonna 1985. Seuraavien vuosien aikana olin mukana noin kymme-

¹ Viiva *TkT liukuva* esittää tohtorin tutkinnot liukuvan keskiarvon avulla. Menetelmässä otetaan mittauspisteen lisäksi kaksi edellistä ja kaksi seuraavaa mittauspistettä; kaikkiaan viisi pistettä. Näistä pisteistä otetaan pois suurin ja pienin ja lopuista kolmesta lasketaan keskiarvo.

² Suvantovaiheen kestosta ei voi sanoa tarkkaa arviota, mutta soveltamalla myöhemmin esiteltävää 5.5-sääntöä ja tiedostaen, että osaston professoreista viisi on saanut nimityksensä vuonna 2000 tai myöhemmin (Liite 3), suvantovaiheen kesto voi olla pitkäkin. Tätä suvantovaihetta (tai *kuivaa kautta*) voi luonnollisesti lyhentää, jos professorin virkoihin nimitetään tohtoreita, jotka ovat jo muodostaneet oman tutkimusryhmänsä.

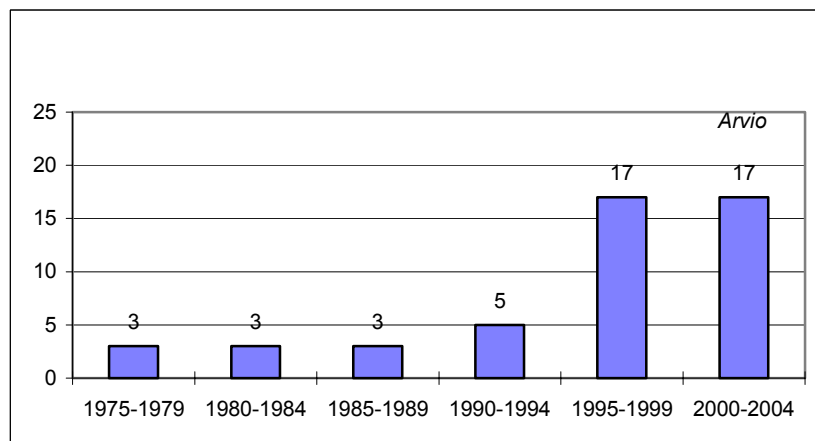
nen hengen kahviporukassa, jonka kaikki jäsenet olivat jatko-opiskelijoita. Suuri osa opiskelijoista suoritti lisensiaatin tutkinnon, mutta vain kaksi kahviporukan jäsentä on väitellyt¹. Kokonaan tämä kulttuuri ei ole vielä osaston toiminnasta hävinnyt kuten seuraavasta kuvasta käy ilmi.



Kuva 2. Lisensiaatin tutkinnot vuosina 1961-2002.

Ensimmäinen lisensiaatin tutkinto suoritettiin vuonna 1966 ja vuodesta 1970 lisensiaatteja valmistui osastolta keskimäärin ainakin kaksi. Koska nykyinen jatko-opiskelu tähtää ensijaisesti tohtorin tutkintoon², odottaisi helposti, että lisensiaatin tutkintojen määrä olisi laskussa. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa.

Kuva 1 ei anna tohtorin tutkintojen kasvusta kovin selkeää kuvaa. Tilastoitaessa PYO:ssa suoritettuja tohtorintutkintoja viisivuotisjaksottain saadaan kuva 3.



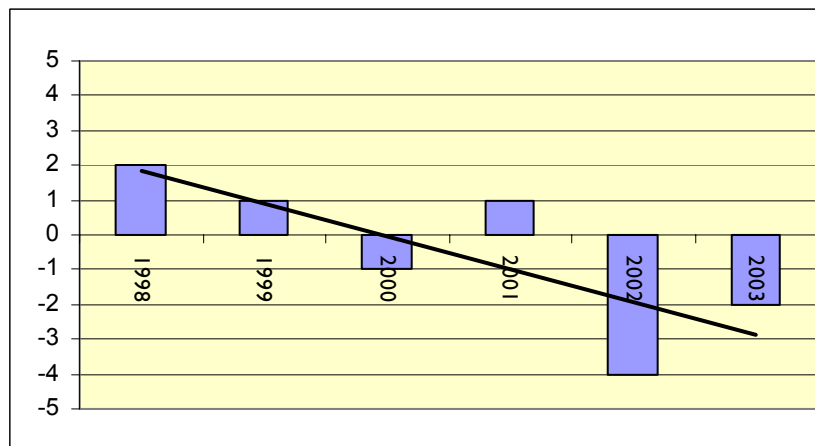
Kuva 3. Tohtorin tutkinnot viisivuotisjaksottain 1975-2003 (tilanne elokuussa 2003)

¹ Kumpikaan näistä väitelleistä ei pääsisi nykykriteereillä tutkijakouluun!

² Opetusministeriön hinnasto ei tunne lisensiaatin tutkintoa!

Teksti Arvio kuvassa 3 tarkoittaa viisivuotisjaksolle 2000-2004 laskettua ennustetta; kuvan 3 numeroarvot ovat toteutuneita määriä. Kuvasta käy selkeästi ilmi osaston alkuaikojen täydellinen väitöskirjojen puute; tutkimustoiminnan aktivoituminen ja tietyn tason saavuttaminen (vuodet 1975-1989) sekä 1990-luvun puolessa välissä alkanut väitöskirjaan tähtäävät tutkimustoiminnan *voimakas kasvu*. Kasvu näyttää kuitenkin selkeästi tasaantuvan. Kasvu noudattaa tunnettua myynnin *S-käyrää*.

Osasto kyky vastata asetettuihin tohtorintutkintotavoitteisiin on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Tohtorintutkintotavoitteet PYO:ssa – poikkeama tavoitteesta

Tavoitteet tohtorin tutkinnoille olivat kolmivuotisjaksolla 1998-2000 kolme tohtoria vuodessa ja jaksolla 2001-2003 seitsemän tohtoria vuodessa. Jaksolla 2004-2006 tavoite on kahdeksan tohtoria. Voidaan todeta, että vuosina 1998-2001 osasto ylitti keskimäärin tavoitteensa mutta vuonna 2002 tavoitteesta jäätii runsaasti; vuonna 2003 tavoitteesta jäädään tämänhetkisen tiedon (syyskuu 2003) mukaan yhden tai kahden tohtorin verran. Kuvaan 4 on piirretty myös lineaarinen trendi. Mahdollisesti asetetut tohtoritavoitteet ovat liian kunnianhimoisia¹. PYO on kuitenkin pystynyt täyttämään tavoitteet parhaiten Oulun yliopiston teknillisen tiedekunnan osastoista.

2.2 Väitöskirjojen tekoajat, formaatit, väitöskirjan kieli, tutkijakoulut

PYO muodostaa tietynlaisen yhteisön, jossa on omat tapansa tehdä ja ohjata jatko-opintoja. Eräs keskeinen toiminnan mittari tutkimusyhteisön toiminnassa on, *kuinka nopeasti väitöskirjat tehdään*. Väitöskirjansa esipuheessa väittelijä on yleensä ilmoitta-

¹ Yliopistolaitokseen on pesiytynyt tapa asettaa tavoitteet epärealistisen korkealle OPM:n rahoituslaskentamallin takia. Lainaus viitteestä [2]: "Opetusministeriön rahoitusmallin mukaan yliopistot saavat noin 70 prosenttia rahoituksestaan tutkintotavoitteiden ja toteutuneiden tutkintojen perusteella. Tästä rahoitusosuudesta kolmannes tulee toteutuneiden tutkintojen perusteella. Oulun yliopiston vaje johtuukin juuri siitä, ettei kunnianhimoisiin tavoitteisiin ole voitu vastata. Toisaalta kaksi kolmannesta tulee tavoitteiden perusteella, joten pelkistä korkeista tavoitteistakin on hyötyä." Tällaisessa toiminnassa tulee kuitenkin suomalaisen sananlaskun mukaan *pää vetävän käteen*. Tavoitteiden toteutumatta jäämisen seuraukset ovat jääneet yliopistoyhteisössä tiedostamatta.

nut tutkimukseen käytetyn ajan tutkimuksen aloittamisesta väittelyyn; näin ei kuitenkaan ole kaikkien väitöskirjojen kohdalla. Muodostetaan seuraava taulukko vuosien 1997-2003 väittelijöistä.

Taulukko 1. Väitöskirjojen¹ tekoajat

Vuosi – yhteensä	Summa	Teko aika (keskiarvo)
1997 (n = 2)	10	5.0 a
1998 (n = 5)	28	5.6 a
1999 (n = 2)	10	5.0 a
2000 (n = 2)	10	5.0 a
2001 (n = 7)	47	6.7 a
2002 (n = 4)	26	6.5 a
2003 (n = 4)	23	5.8 a
Yhteensä (n = 28)	154	5.5 a

Keskimääräiseksi väitöskirjan tekoajaksi saamme tällä aineistolla (n = 28) luotettavalta tuntuvan arvon 5.5 vuotta². Tämä arvo toistuu tässä tutkimuksessa useasti; nimetkäämme se *5.5-säännöksi*³. Tekoaika vaihtelee kolmesta vuodesta (väitöskirjatyö päätoimista) yli kymmeneen vuoteen (työ sivutoimista). Selkeimmin teko aikaan vaikuttaa ohjauksen laatu.

Seuraavaan taulukkossa on tarkasteltu väitöskirjan formaatteja. Monografia on tekstiformaatti, jossa teksti muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden. Nippuväitöskirja koostuu julkaisuista, jotka yleensä ovat *referee*-julkaisuja, sekä yhteenveto-osasta. Väitöskirjaan tutustuva yleensä repii hiuksiaan nippuväitöskirjojen kohdalla, ns. *punaisen langan* löytäminen tuottaa usein erinomaisia vaikeuksia. Esitarkastajat ovat taas mielissään nippuväitöskirjoista; onhan suurin osa väitöskirjasta jo käynyt läpi tieteellisen tarkastuksen.

Taulukko 2. Nippuväitöskirjat vs. monografiat vuodesta 1994

Vuosi – yhteensä	Nippuväitöskirjat	Monografiat
1994 – 1	1	0
1995 – 1	1	0
1996 – 5	4	1
1997 – 2	0	2
1998 – 5	2	3
1999 – 4	1	3
2000 – 2	0	2
2001 – 8	2	6
2002 – 4	2	2
2003 – 4	1	3
Yhteensä – 36	14 (39 %)	22 (61 %)

¹ Osaston kaikki väitöskirjat voi laittaa otsakkeen *mallitus* alle.

² Bolognan prosessin seurauksena tulisi tekniikan alallakin siirtyä 3+2+3 –malliin eli tekniikan kandidaatiksi 3 vuodessa, kandidaatista diplomi-insinööriksi 2 vuodessa ja diplomi-insinööristä tohtoriksi 3 vuodessa.

³ Puhelinkeskustelussa prof. Seppo Väyrynen piti kyseistä arviota hyvin paikkansa pitävänä.

Nippuväitöskirjoja on viimeisen kymmenen vuoden ajalta 39 % väitöskirjoista. Nippuväitöskirjojen määrä näyttäisi olevan vähenemään päin.

Valittu kieli on osaston väitöskirjoissa pääsääntöisesti (88 %) englanti; jo ensimmäinen väitöskirja vuodelta 1977 oli kirjoitettu englanniksi. Ensimmäinen suomenkielinen väitöskirja [v 10] on vasta vuodelta 1991. On huomattava, että *kaikki* prosessitekniikan väitöskirjat on kirjoitettu englanniksi; *hard core* –prosessitekniikka on englanninkielinen. Suomeksi kirjoitettuja väitöskirjoja on työtieteen [v10, v13, v14, v42] ja vesitekniikan aloilla [v34, v48] kaikkiaan kuusi, mikä on 12 % väitöskirjoista. Ilmeisesti suomeksi kirjoittaminen kuuluu kyseisten tieteenalojen tutkimustraditioon ja eräitä työtieteen väitöskirjoja tarkasteltaessa huomaa kielivalinnan olleen täysin oikean.

Tutkijakoulujen vaikutus osaston väitöskirjoihin ja tohtorintutkintoihin ei ole ollut niin suuri kuin ne odotukset, joita tutkijakouluihin osastossa aikanaan asetettiin¹. Seuraavaan taulukkoon on kerätty väitöskirjat, joiden rahoittamisessa tutkijakouluilla on ollut jonkinlainen osuus².

Taulukko 3. Tutkijakoulujen vaikutus osaston väitöskirjoihin vuosina 1997-2003

Vuosi – yhteensä	Tutkijakoulu [väitöskirja]	Osuus väitöskirjoista (%)
1997 – 2	GETA [v 21]	50 %
1998 – 5	GSCE [v 23, v 26, v 27]	60 %
1999 – 4	GSCE [v 29], PaPSaT [v 30]	50 %
2000 – 2	-	0 %
2001 – 8	GSCE [v 40, v 41]	25 %
2002 – 4	GSCE [v 43]	25 %
2003 – 4	GSCE [v 46], PaPSaT [v 49]	50 %
Yhteensä – 29	GSCE (8), PaPSaT (2), GETA (1)	11 (38 %)

Tutkijakoulut:

- GETA = Graduate School in Electronics, Telecommunications and Automation
<http://wooster.hut.fi/geta/> - 08.09.2003
- GSCE = Graduate School in Chemical Engineering
<http://www.abo.fi/gsce/> - 08.09.2003
- PaPSaT = International Doctoral Programme in Pulp and Paper Science and Technology
<http://www.hut.fi/Units/Papsat/> - 08.09.2003

Taulukossa 3 kiinnittää ensimmäiseksi huomiota tutkijakoululaisten jakaantuminen kahteen ryhmään: *ryhmä 1* vuosina 1997-1999 ja *ryhmä 2* vuosina 2001-2003. Ryhmä 1:n tutkijakoululaiset olivat jo jatko-opintoja suorittaneita; lisensiaatteja olivat [v21, v23, v 30] eli 50 % tutkijakoululaisista ryhmässä 1 oli jo suorittanut jatkotutkinnon. Jaksolla 1997-1999 tutkijakoululaiset tekivät 55 % väitöskirjoista. Jaksolla 2001-2003 tutkijakoululaiset tekivät vain 31 % väitöskirjoista. *Mistä tämä johtuu?* Ilmeisesti valintaperusteet tutkijakouluihin ovat rajusti muuttuneet; ryhmä 1 koostui jo tutkimustyötä tehneistä henkilöistä, ryhmä 2:sta valittaessa valintakriteerit ovat olleet nopea

¹ Keskusteluissa tutkijakoululaisten kanssa on tullut esiin, että tutkijakoululaisilla teetetään tutkimusryhmissä runsaasti toita, joilla ei juurikaan ole tekemistä heidän väitöskirjaprojektinsa kanssa.

² Tiedot väitöskirjojen esipuheista. Tutkijakoulu ei välttämättä ole vastannut koko rahoituksesta. Taulukossa on myös väitelleitä, joiden työn rahoituksesta tutkijakoulu on vastannut vain parin kuukauden ajalta.

perustutkinnon suorittamisaika, perustutkinnon arvosanojen keskiarvo ja diplomityöstä saatu arvosana¹. Keskeyttämistä ja tuloksista päätellen jälkimmäiset valintakriteerit eivät näytä kovin hyviltä; suomeksi sanottuna *suoraan pystymisestä ei väitellä*. Ilmeisesti kriteerien laatijat eivät ole myöskään tutustuneet alan tutkimustietoon; *edellisen kouluasteen opintomenestys ei juuri korreloi seuraavan kouluasteen opintomenestyksen kanssa*². Syihin palataan myöhemmissä luvuissa.

Tärkeimmät tutkijakoulut osaston kannalta ovat olleet GSCE kahdeksalla väitöskirjallaan³, PaPSaT kahdella väitöskirjallaan ja GETA yhdellä väitöskirjallaan. Muista tutkijakouluista (Graduate School Infotech Oulu & Biocenter Oulu Graduate School, Metallurgian tutkijakoulu) ei väitöskirjoja vielä ole tullut.

Vuonna 2002 osastossa oli tutkijakouluissa opiskelijoita seuraavasti:

Taulukko 4. Tutkijakoululaiset vuonna 2002 (tilanne 25.10.2002)

Tutkijakoulu	Opiskelijoita
GSCE	12
PaPSaT	3
Metallurgian tutkijakoulu	1
GETA	4
InfoTech Oulu	1
Yhteensä	21

Vain kaksi [v 46 GSCE, v 49 PaPSaT] taulukon 4 tutkijakoululaista on väitellyt tähän mennessä; neljä (19 %) on keskeyttänyt tutkijakoulun tai väitöskirja on jäänyt valmistumatta. Voidaan todeta, että opiskelijoita tutkijakouluissa on ilmeisesti riittävästi mutta valitut opiskelijat ovat osaksi vääriä. Ongelmana osastolla on myös se, että kovin moni jättää tutkijakoulun kesken siirtyäkseen muihin töihin; osa kuitenkin suorittaa tätä ennen lisensiaatin tutkinnon⁴.

2.3 Lisensiaatista tohtoriksi

Seuraavaan taulukkoon on koottu PYO:ssa suoritettujen lisensiaatin tutkinnot lähtien loppuvuodesta 1993 ja päätyen loppuvuoteen 2001. Lisensiaatteja on tällä tarkasteluvälillä valmistunut kaikkiaan 43.

Taulukko 5. Lisensiaatit (43) 1993-2001 (taulukoitu marraskuussa 2001)

Nro	Vuosi - Nro	Nimi	Tohtoritutkinnon vuosi
1	1993 – 1	Lindfors Juha	TkT 2003
2	1993 – 2	Nelo Sirpa	
3	1994 – 1	Ahasan Md. Rabiul	TkT 2002
4	1994 – 2	Heikkinen Pasi	
5	1994 – 3	Ilkonen Enso	TkT 1997

¹ Valintakriteerit ovat ilmeisesti *pahasti poskellaan*; osaston eräs arvostettu tutkija jäi rannalle tutkijakouluvalinnassa, hänen sijastaan valittu henkilö keskeytti tutkijakoulun parin kuukauden kuluttua.

² Asiaan viittasi myös Oulun yliopiston rehtori Lauri Lajunen vuoden 2003 avajaispuheessaan.

³ Käytyjen keskustelujen pohjalta vaikuttaa siltä, että *GSCE on parhaiten koordinoitu ja ohjattu tutkijakoulu*. Tämä näkyy myös väitöskirjojen määrässä.

⁴ Ikävä kyllä, opetusministeriö ei laske lisensiaatin tutkintoja.

6	1994 – 4	Järvi Kari	
7	1994 – 5	Konttinen Jukka	
8	1994 – 6	Kovács Jenő	TkT 1998
9	1994 – 7	Muurinen Esa	TkT 2000
10	1995 – 1	Matilainen Jorma	
11	1995 – 2	Dahl Olli	TkT 1999
12	1995 – 3	Pöllänen Eine	
13	1995 – 4	Rantakylä Tiina-Kaisa	
14	1995 – 5	Frantti Tapio	TkT 2001
15	1996 – 1	Isotalus Nina	TkT 2002
16	1996 – 2	Luoma Marjo	
17	1996 – 3	Jurva Erkki	
18	1996 – 4	von Becker Ari	
1/19	1997 – 1	Palmu Petri	
2/20	1997 – 2	Kallo Sakari	
21	1998 – 1	Alamäki Pekka Akseli	
22	1998 – 2	Dongsheng Liao	
23	1998 – 3	Ainassaari Kaisu Maritta	
24	1998 – 4	Alaraasakka Markku Tapio	
25	1998 – 5	Ahola Juha Lennart	
26	1998 – 6	Lakka Petri Kalevi	
27	1998 – 7	Bogdanoff Agne Christine	
28	1998 – 8	Perttunen Jyrki Juhani	
29	1998 – 9	Pikka Vesa Tapio	
30	1999 – 1	Jortama, Pirjo Hannele	
31	1999 – 2	Tirri Tapio Toivo	
32	1999 – 3	Hooli Kirsi Marja	
33	1999 – 4	Koskinen Jukka Tapani	
34	1999 – 5	Sarkkinen Riku Johannes	
35	1999 – 6	Mannila Päivi Helena	
36	1999 - 7	Nordman Timo Pekka	
37	2000 – 1	Isomäki Ritva Helena	
38	2000 – 2	Talvisto-Larkimo Maria Tatjana	
39	2000 – 3	Fabritius Timo Matti Juhani	
40	2001 – 1	Ahola Timo Matias	
41	2001 – 2	Mäki Anne Marketta	
42	2001 – 3	Lassi Ulla Marianne ¹	TkT 2003
43	2001 – 4	Sallinen Mikko Sakari	

Osastolta tarkasteluvälillä valmistuneista lisensiaateista 9 on jatkanut osastolla opintojaan ja suorittanut tohtorin tutkinnon. Taulukosta 5 voidaan keskiarvoajaksi lisensiaatista tohtoriksi laskea ($n = 9$) noin $5-5\frac{1}{2}^2$ vuotta vaihteluvälin ollessa 2-10 vuotta¹.

¹ Keskusteltuani Lassin kanssa tämän lisensiaatin työn tekemisen tarpeesta Lassi totesi, että hän tarvitsi työtä lähinnä ajatusten selkeyttäjäksi.

² 5.5-sääntö

Ottamalla tarkastelusta pois vuodet 1999, 2000 ja 2001 sekä taulukoimattomat 2002 ja 2003, saamme 29 lisensiaattia, joista 8 on jatkanut tohtoriksi². Tarkastelun pohjalta voidaan sanoa, että osaltolta valmistuneista lisensiaateista $8/29 = 27.6\%$ eli noin neljännes jatkaa tohtoriksi. Tarkastelussa ei ole otettu huomioon sitä, että lisensiaatti on mahdollisesti väitellyt toisessa korkeakoulussa³.

Keskusteluissa osaston henkiökunnan kanssa usein tuodaan esiin se, että lisensiaatin tutkinto on vain väliporras tohtoritiellä; käytännössä tilanne on kuitenkin se, että noin 60-70 % jatko-opiskelijoista jättää opinnot lisensiaatin tutkintoon. Jatko-opiskelijoita haastatteleamalla on joitakin syitä tilanteeseen selvitetty. Tilannetta parantaa kuitenkin se, että samalla tarkasteluvälillä (1993-1998) valmistuneista 15 tohtorista 5 (1/3) suoritti tutkinnon diplomi-insinööritutkintopohjalta.

Jos tarkastelemme vielä kaikkia osastolla suoritettuja tutkintoja vuosina 1993-2002 saadaan seuraava taulukko.

Taulukko 6. Kaikki tutkinnot 1993-2002 (10. vuoden jakso)

vuosi	DI	TkL	TkT	TkL+TkT	TkT %-osuus
1993	64	2	1	3	33 %
1994	47	7	1	8	13 %
1995	44	5	1	6	17 %
1996	62	4	4	8	50 %
1997	41	2	3	5	60 %
1998	46	9	5	14	36 %
1999	53	7	4	11	36 %
2000	51	3	2	5	40 %
2001	60	4	8	12	67 %
2002	72	5	3	8	38 %
Yhteensä	540	48	32	80	40 %

Tohtorien osuus jatkotutkinnoista on tarkasteluvälillä 40 %⁴. Tohtorintutkinnon suhteellisen osuuden kannalta tarkasteltuna *parhaat vuodet* ovat olleet 1996, 1997 ja 2001. Vuoden 2002 loppuun mennessä osastolta oli valmistunut 1232 diplomi-insinööriä, 121 tekniikan lisensiaattia ja 44 tohtoria; 50 tohtorin rajapyykki saavutetaan vuoden 2003 lopussa tai vuoden 2004 alussa.

¹ Tämä aika ei juurikaan eroa osaston yleisestä väitöskirjojen tekoajasta. Lisensiaatintyön ja väitöskirjan ero tieteellisen tason suhteen on huomattava ja voidaankin väittää, että useissa tapauksissa sama työ tehdään kahteen kertaan: ensin lisensiaatin työ ja sen jälkeen väitöskirja samasta aiheesta uudestaan siten, että se täyttää väitöskirjalle asetetut vaatimukset.

² Ottamalla tarkastelusta pois vuosi 1998 saadaan prosenttiluvuksi $8/20 = 40\%$.

³ Tiedossa on, että *Jukka Kontinen* ja *Tiina-Kaisa Rantakylä* ovat väitelleet muissa yliopistoissa.

⁴ Koko osaston toiminnan ajalta vuoden 2002 loppuun mennessä osuus on $44/165 = 27\%$.

3 Tutkimusryhmät

3.1 Tutkimuslinjat

Pääosa osaston tutkimustyöstä ja väitöskirjoista perustuu seuraaviin tutkimuslinjoihin. Tekstistä on olemassa toinenkin versio, joka julkaistaneekin *Kemia*-lehdessä 7/2003 [10].

Katalyyttitutkimus osastossa alkoi 1970-luvulla professori Väinö Veijolan johdolla. Pääasiallinen teollinen yhteistyökumppani on ollut Kemira. Tutkimus alalla on voimakasta ja viimeisin väitöskirja valmistui tänä vuonna; väitöskirjojen kokonaismäärä ei kuitenkaan ole kovin suuri. Tutkimustyö tapahtuu tällä hetkellä professori Riitta Keiskin johdolla ja työ on laajentunut katalyyysi ympäristöteknologiana –alueelle.

Kolme muutakin tutkimuslinjaa on lähtöisin 1970-luvulta. *Ensimmäinen* näistä on tislauksen ja erotustekniikkatutkimus, jonka aloittajana voidaan pitää jo edesmennyt Risto Kouria. Kun tutkimustyö on luotu kestävä pohja, sillä on taipumus jatkaa. Niin tässäkin tapauksessa ja tutkimustyö jatkuu professori Juha Tanskan ohjauksessa. Toinen tärkeä henkilö osaston tislaustutkimuksessa on TKT Esa Muurinen.

Toinen 1970-luvulta lähtöisin oleva tutkimusalue on kemiallisten prosessien mallitus. Alussa tällä alueella painopiste oli mekanistisessa mallittamisessa, mutta myöhemmin on siirrytty yhä enemmän tilastollisten mallien käyttöön. Työ alkoi alun perin professori Paavo Urosen¹ vauhdittamana ja linja on jatkunut Urosen seuraajan Kauko Leiviskän ja professori Urpo Kortelan johdolla. Mielenkiintoisia aiheita tältä alueelta ovat mm. palamistapahtuman mallittaminen (Kortela) ja rumpukuivauksen mallittaminen ja säätö (Leena Yliniemi [v 31]).

Säätötekniikan tutkimus tapahtuu ensisijaisesti säätötekniikan ja systeemitekniikan laboratorioissa; nämä kaksi laboratoriota, jotka vastaavat yhdessä automaatio- ja tietotekniikan opintosuunnan opetuksesta, ovat vastaanottaneet 22 väitöskirjasta, joka on 45 % osaston kaikista väitöskirjoista.

Sellu- ja paperitekniikan tutkimusalue sai alkunsa myös 1970-luvulla nyt jo eläkkeelle siirtyneen professori Sakari Kurrosen ideoimana. Viime aikoina alue on voimistunut professori Jouko Niinimäen kirittämänä. Myös tämän tutkimussuunnan kohdalla on todettava, että väitöskirjojen määrä on jäänyt vähäiseksi.

Professori Veijolan seuraajan Veikko Pohjolan aikana 1980-luvun lopulla aloitettiin kemiallisten prosessien suunnittelumetodologian tutkimus; tältä alueelta viimeisin väitöskirja on vuodelta 2003. Prosessisuunnittelun tutkimista on osastolla tehty muissakin yksiköissä, koska alueelta löytyy hyvin mielenkiintoisia ja ajankohtaisia aiheita.

Samalla vuosikymmenellä osaston tutkimusalueeksi alkoi vakiintua bioprosessitekniikka ja siihen liittyvät uudet erotustekniikat. Alkusuosikseenä toimi nyt jo eläkkeelle siirtyneen professori Jorma Sohlon Yhdysvaltain matkalla 1980-luvun alussa. Tutkimustoiminnan kehittämisessä on tärkeänä henkilönä ollut TkL Liisa Myllykoski. Muutama vuosi sitten osastolle perustettiin bioprosessitekniikan professuuri, jossa toimii tällä hetkellä professori Peter Neubauer, jonka johdolla nykyinen tutkimustyö tapahtuu. *Tutkimussuuntaa odottaa kuitenkin ensimmäistä väitöskirjaansa.*

Osastolla 1990-luvun alussa aloitettu prosessimetallurgian (prof. Jouko Härkki) tutkimus pohjautuu raudan, teräksen ja ferroseosten valmistuksessa esiintyvien kemi-

¹ Prof. Urosen aikana valmistui useita tuotannonohjaukseen liittyviä väitöskirjoja, esim. [v 04, v 09, v 12].

allisten ilmiöiden kuten hapetus- ja pelkistystapahtumien sekä liuosfaasien kemiallisen käyttäytymisen tuntemukseen ja hallintaan. Erityisesti fysikaalinen kemia ja ennen kaikkea termodynamiikka sovellettuna teollisten korkealämpötilaprosessien tarkasteluun muodostavat sen rungon, jonka ympärille koko prosessimetallurgian tutkimus rakentuu. Väitöskirjojen määrä ei kuitenkaan alueella ole kovin merkittävä; *laboratorio on alkutaipaleellaan joutunut keskittymään osaamiskeskittymän rakentamiseen.*

Vaikka osaston yksiköt ovatkin tutkimusta tehdessään erillisiä, tarjoaa monipuolinen osastorakenne mahdollisuuden yhdistää esim. perinteistä sellutekniikkaa kemiantekniikkaan, kuten Peltosellu-hankkeessa (prof. Tanskanen) on tehty tai yhdistää prosessimetallurgian tutkimusta teollisuuden ympäristötekniikan tutkimukseen hankkeessa 'Metallurgisen teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttö' (prof. Härkki; erikoistutkija Olli Dahl).

3.2 Väitöskirjat tutkimusryhmittäin

Merkittäessä väitöskirjat tutkimusryhmittäin¹, saadaan seuraava taulukko

Taulukko 7. Väitöskirjat tutkimusryhmittäin²

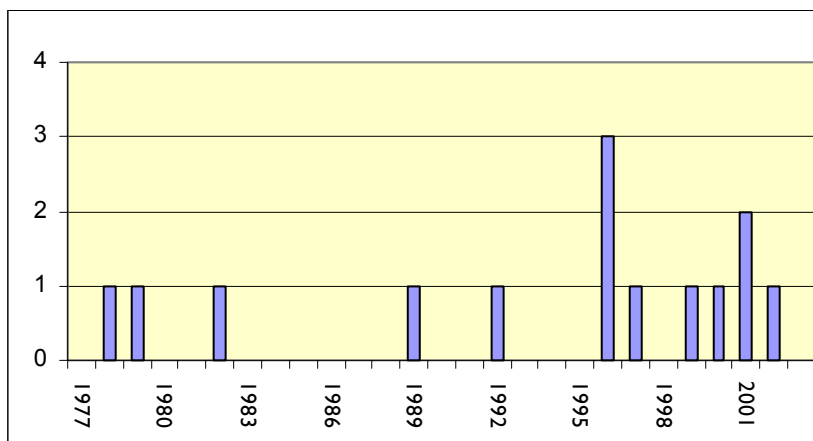
[Nro] Vuosi – Jnro – Nimi	Säte	Syte	Työt	KPT	Kupa	Vesi	LDT	PM
[v 49] 2003 – Rousu Päivi				7				
[v 48] 2003 – Sallanko Jarmo						4		
[v 47] 2003 – Rämö Jaakko						3		
[v 46] 2003 – Lassi (e Pulkkinen) Ulla							3	
[v 45] 2002 – Lindfors Juha	14							
[v 44] 2002 – Ahasan Rabiul			7					
[v 43] 2002 – Pongrácz Eva				6				
[v 42] 2002 – Isotalus Nina			6					
[v 41] 2001 – Anttila Juha				5				
[v 40] 2001 – Pasanen Antti				4				
[v 39] 2001 – Pesonen Lasse	13							
[v 38] 2001 – Frantti Tapio	12							
[v 37] 2001 – Kamula Riitta						2		
[v 36] 2001 – Kirvesoja Heli			5					
[v 35] 2001 – Ammälä Ari					5			
[v 34] 2001 – Röpelin Jyrki						1		
[v 33] 2000 – Muurinen Esa							2	
[v 32] 2000 – Karppanen Erkki	11							
[v 31] 1999 – Yliniemi Leena	10							
[v 30] 1999 – Dahl Olli					4			
[v 29] 1999 – Hooey Patrick								1
[v 28] 1999 – Tanskanen Juha				3				
[v 27] 1998 – Penttinen Riitta		8						
[v 26] 1998 – Niinimäki Jouko					3			
[v 25] 1998 – Ketonen Matti		7						
[v 24] 1998 – Kuopanportti Hannu					2			
[v 23] 1998 – Kovács Jenő		6						
[v 22] 1997 – Huusko Antti	9							
[v 21] 1997 – Ikonen Enso		5						

¹ Kuriositeettina mainittakoon, että osaston tohtoreista 29 % (14/49) on naisia; vuosina 2002-2003 väitelleistä jo 50 %. Osaston opiskelijoista naisia on noin kolmannes, joten väitelleiden naisten määrä vastaa perustutkinto-opiskelijoiden määrää.

² Tutkimusryhmät: Säte = säätötekniikan laboratorio (Uronen & Leiviskä), Syte = systeemitekniikan laboratorio (Halme & Kortela), Työt = työtieteen laboratorio (Väyrynen) vuoden 2002 loppuun, KPT = kemiallisen prosessitekniikan laboratorio (Pohjola), KuPa = kuitu- ja partikkelitekniikan laboratorio (Runonlinna, Kurronen, Kuopanportti, Niinimäki), Vesi = vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio (Sillanpää, Lakso, Hooli) vuodesta 1998, LDT = lämpö- ja diffuusioteknikan laboratorio (Sohlo, Keiski) sekä PM = prosessimetallurgian laboratorio (Härkki). Yksityiskohtainen lista professuurien haltijoista ja opetusmäärittelyistä liitteessä 3.

[v 20] 1996 – Oinas Pekka							1
[v 19] 1996 – Jaako Juha	8						
[v 18] 1996 – Sopenlehto-Pehkonen Taina	7						
[v 17] 1996 – Kaarela Kari	6						
[v 16] 1996 – Koivisto Raija				2			
[v 15] 1995 – Pekkarinen Anneli			4				
[v 14] 1994 – Hyttinen Marita			3				
[v 13] 1993 – Miettinen Unto			2				
[v 12] 1992 – Kess Pekka	5						
[v 11] 1991 – Keiski (e Kalliokoski) Riitta				1			
[v 10] 1991 – Tiihonen Eljas			1				
[v 09] 1989 – Junno Seija	4						
[v 08] 1988 – Vähä Pentti		4					
[v 07] 1985 – Kärkkäinen Paavo		3					
[v 06] 1984 – Manninen Markku		2					
[v 05] 1983 – Saukkonen Samuli		1					
[v 04] 1982 – Leiviskä Kauko	3						
[v 03] 1979 – Jutila Esa	2						
[v 02] 1978 – Kiukaanniemi Eino	1						
[v 01] 1977 – Lantto Heikki					5		
Yhteensä	14	8	7	7	5	4	3

Selvästikin eri tutkimusryhmissä on ollut erilainen tutkimusaktiivisuus osaston historian aikana. Tarkempaa analysointia varten muodostetaan vielä seuraavat, tutkimusryhmäkohtaiset kuvat.

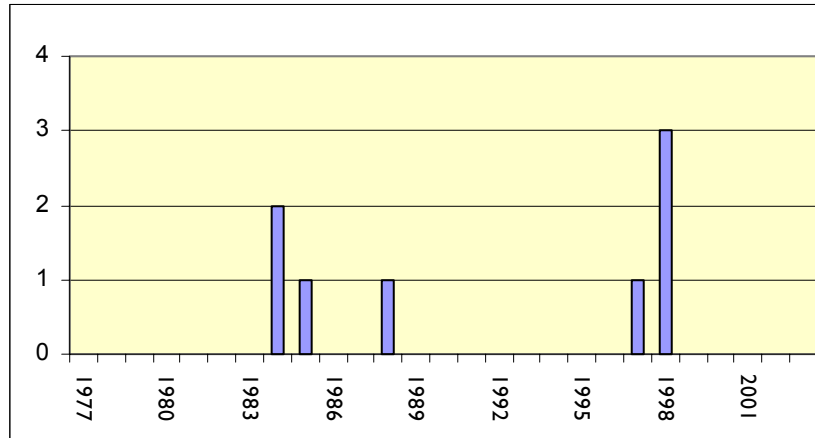


Kuva 5. Säätötekniikan laboratorio¹ (14 tohtoria, 29 %)

Väitöskirjojen määriä tarkasteltaessa ja pitäessä mielessä 5.5-sääntö, voidaan todeta, että 1970-luvun puolessa välissä on laboratoriossa alkanut voimakas tutkimusaktiiviteetti, joka johti väitöskirjoihin [v 02, v 03, v 04]. Aktiiviteetti näyttää laantuneen 1980-luvun alussa tai ainakaan tutkimustyö ei johtanut väitöskirjoihin. TkT Uronen toimi professorina vuosina 1973-1988. TkT Leiviskä nimitettiin hänen seuraajakseen vuonna 1990. Väitöskirjat [v 09 ja v 12] ovat osaksi Urosen, osaksi Leiviskän ohjajia. Tätä laboratoriota tarkasteltaessa näyttää siltä, että professorin virkaan nimityltä menee noin 5-7 vuotta (muista 5.5-sääntö), ennen kuin omat ohjattavat väittele-

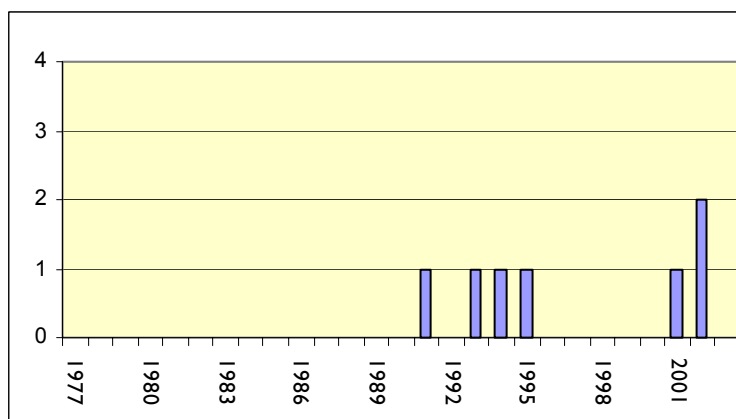
¹ Tarkka lukija huomaa, että [v 26] on luokiteltu kuitu- ja partikkelitekniikan laboratorion väitöskirjaksi, vaikka ohjaajana on ollut prof. Kauko Leiviskä.

vät. Vuoden 1996 jälkeen laboratorion ohjauksessa on väitellyt 9 tohtoria; tämä on eniten koko osastossa. Kuvasta näkyy myös hyvin toiminnan vaihtelu; *kuivia kausia seuraa sadekaus*; laboratorio näyttää tällä hetkellä siirtyvän kuivaan kauteen.



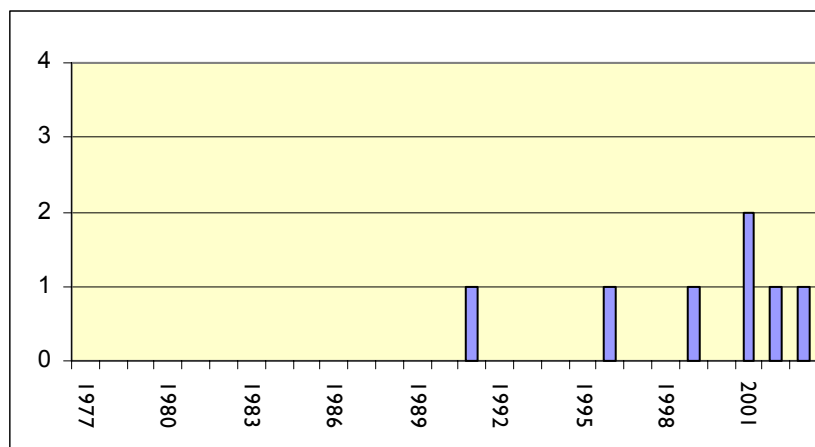
Kuva 6. Systeemitieteiden laboratorio (8 tohtoria, 16 %)

Laboratorion väitöskirjoissa näkyy kaksi selkeää piikkiä. Ensimmäinen niistä on prof. Halmeen johdolla tehty robotiikkatutkimus [v 6, v 7, v8] 1980-luvun puolessa välissä. Halme siirtyi 1980-luvun lopulla Teknilliseen korkeakouluun ja uudeksi viranhaltijaksi tuli prof. Kortela vuonna 1986. Hänen johdolla syntyi neljä väitöskirjaa [v 21, v 23, v 25, v27] vuosina 1997 ja 1998. Tutkimusalue oli kuitenkin vaihtunut Halmeen ajoista ja keskittyi enemmän säätötekniikkaan ja mallitukseen. Vuoden 2003 lopulla on laboratorion menossa yksi väitöskäsikirjoitus esitarkastukseen, joten voimme odottaa uutta sadekautta. Laboratoriossa on toiminut myös vuonna 2003 eläkkeelle siirtynyt prof. Raimo Ylinen. Professorien hallinnolliset toimet vaikuttavat laboratorion toimintaa jonkin verran; prof. Kortela toimi Teknillisen tiedekunnan dekaanina kaksi 3-vuotiskautta vuosina 1994-1996 ja 1997-1999.



Kuva 7. Työtieteiden laboratorio (7 tohtoria, 14 %)

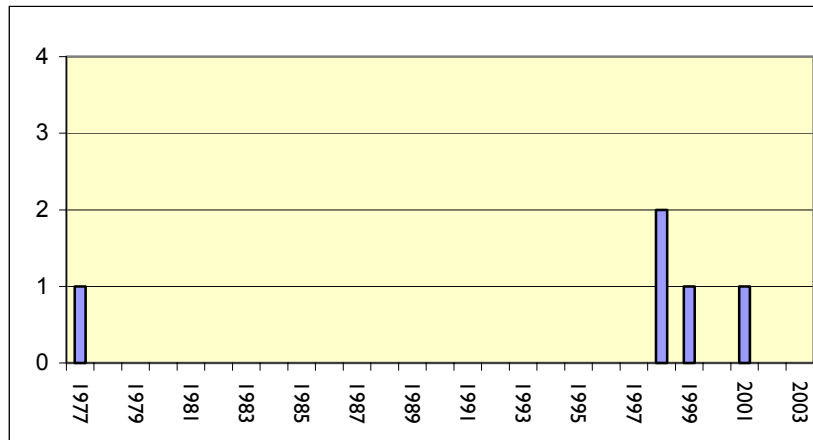
Edellä esitetty kuva, jossa oli esitetty osaston kaikki tohtorit, näyttäisi 1990-luvun alun kohdalta aika huonolta ilman työtieteen aktiivista toimintaa [v 10, v 13, v 14, v 15]. Työtieteen prof. Värynen nimitettiin virkaansa vuonna 1988, joten tässäkin meni viitisen vuotta ennen kuin väitöskirjoja alkoi tulla laboratoriosta. Vuosien 2001 ja 2002 aikana laboratoriosta valmistui 3 tohtoria. Lukijan on syytä tässäkin kiinnittää huomionsa kuivaan kauteen vuosina 1996-2000; nämä kuivat kaudet toistuvat kaikkien laboratorioiden toiminnassa. *Laboratoriota voi pitää väitöskirjojen määrää ja tutkimuksen volyymia tarkasteltaessa osaston parhaana väitöskirjapajana.* Laboratorio siirtyi kuitenkin vuoden 2003 alussa uuteen Tuotantotalouden osastoon ja näin osasto menettäne arviolta 15 % väitöskirjatuotannostaan eli noin seitsemäsosan.



Kuva 8. Kemiallisen prosessiteknikan laboratorio (7 tohtoria, 14 %)

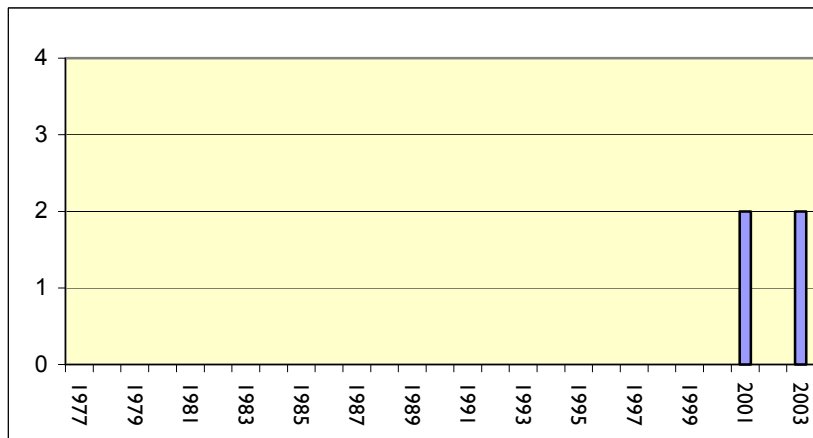
Kemiallisen prosessiteknikan laboratorion alkuaikojen professorina oli TkT Väinö Veijola, joka siirtyi eläkkeelle 1985. Hänen aikanaan ei väitöskirjoja syntynyt, vaikka tutkimustoiminta muutoin oli korkeatasoista. Vuodesta 1986 professorina on ollut TkT Veikko Pohjola. Laboratorion ensimmäinen väitöskirja [v 11] syntyi vasta vuonna 1991; työ oli aloitettu Veijolan ohjauksessa ja lopetettu Pohjolan ohjauksessa. Pohjolan aikana laboratorion tutkimusparadigma¹ muuttui merkittävästi ja niinpä vuosina 1992-1998 syntyi vain yksi väitöskirja. Tutkimussuunta on ollut kuitenkin erittäin tuottoisa vuosina 2001-2003 4 väitöskirjallaan [v 40, v 41, v 43, v 49]. Valitettavasti Pohjola siirtynee talven 2003-2004 aikana eläkkeelle; kirjoitushetkellä seuraajan nimi on vielä täysin auki.

¹ Paradigmamuutokset ja tutkimussuuntien muutokset, jotka liittyvät usein professorien vaihdoksiin, näyttävät erittäin kriittisiltä tapahtumilta väitöskirjatuotannon suhteen.



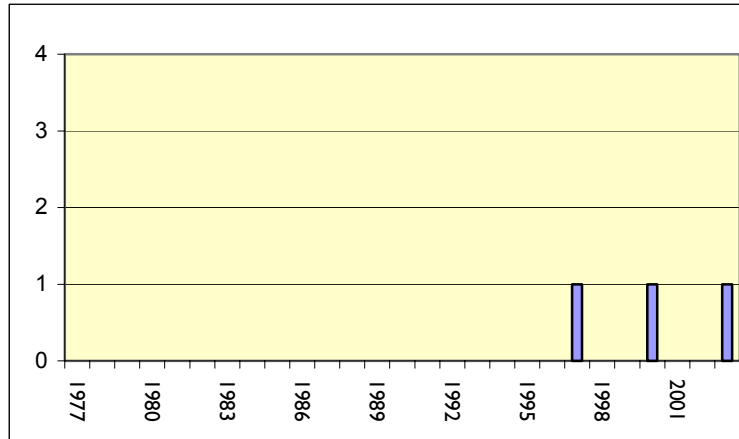
Kuva 9. Kuitu- ja partikkelitekniiikan laboratorio (5 tohtoria, 10 %)

Laboratorion ensimmäinen väitöskirja [v 01], joka oli myös osaston ensimmäinen väitöskirja, syntyi jo vuonna 1977 prof. Runonlinnan johdolla. Runonlinnan seuraaja oli prof. TkL Sakari Kurronen, joka siirtyi eläkkeelle vuonna 1993. Tänä aikana ei laboratoriossa tehty väitöskirjoja. Professorin virantäyttö venyi kuitenkin hyvin pitkäksi ja vasta vuonna 2000 virka täytettiin ja TkT Jouko Niinimäki [v 26] nimitettiin virkaan. Laboratorion tutkimustoiminta on vilkastunut huomattavasti vuoden 1995 jälkeen. Niinimäen johdolla on kuitenkin valmistunut vasta yksi väitöskirja [v 35] vuonna 2001. 5.5-säännön mukaisesti väitöskirjoja syntyy runsaasti vuoden 2005 tai 2006 jälkeen.



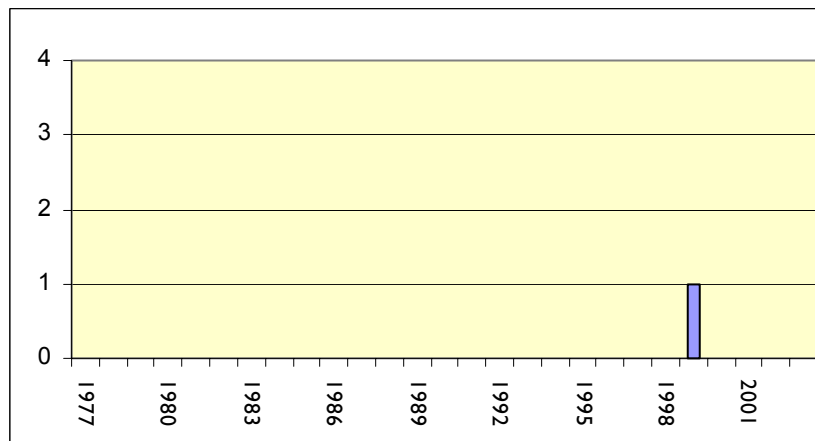
Kuva 10. Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio (4 tohtoria, 8 %)

Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio tuli osaston osaksi vasta vuonna 1998, kun rakentamistekniikan osasto lakkautettiin ja osa osastosta siirrettiin prosessitekniikan osastoon. Muista osaston laboratorioista poiketen laboratoriossa on 3 professoria (Sillanpää, Kløve & Lakso, ks. liite 3). Väitöskirjoja on syntynyt vuosina 2001-2003 kaikkiaan neljä [v 34, v 37, v 47, v 48]; tätä voi pitää hyvänä tuloksena.



Kuva 11. Lämpö- ja diffuusiotekniikan laboratorio (3 tohtoria, 6 %)

Osaston vanhimpiin laboratorioihin kuuluvan lämpö- ja diffuusiotekniikan professorina toimi vuosina 1974-2000 TkL Jorma Sohlo. Sohlon johdolla syntyivät väitöskirjat [v 20 & v 33]. Vuonna 2001 professuuriin nimitettiin osaston ensimmäinen naisprofessori TkT Riitta Keiski, jonka johdolla on syntynyt yksi väitöskirja [v 46]. Laboratoriossa on vaihdettu tutkimussuuntaa; vaihdoksen vaikutus laboratorion väitöskirjoihin jää nähtäväksi.



Kuva 12. Prosessimetallurgian laboratorio (1 tohtori, 2 %)

Prosessimetallurgian laboratorio eroaa osaston muista laboratorioista historiansa takia. Pula prosessimetallurgeista oli 1980-luvun lopussa pohjoissuomalaisissa teollisuusyrityksissä huutava ja Teknillinen korkeakoulu ei pystynyt kouluttamaan diplomi-insinöörejä tätä tarvetta vastaavasti¹. Vuonna 1991 perustettu laboratorio on keskittynyt ensisijaisesti prosessimetallurgien koulutukseen ja tarvittavan osaamiskes-

¹ Oikeammin valmiit diplomi-insinöörit eivät suostuneet muuttamaan pääkaupunkiseudulta pohjoiseen.

kittymän muodostamiseen. Tässä tehtävässä laboratorio on onnistunut *erittäin hyvin*, mutta väitöskirjojen teko on laboratoriossa kangerrellut; vain yksi tyyppiä I edustava väitöskirja [v 29] vuodelta 1999. Laboratoriossa on runsaasti tutkijoita ja tutkijakoululaisia, joten on syytä odottaa useita tohtoreita vuosille 2004 ja 2005. Laboratorio on esimerkki siitä, kuinka kauan koulutus- ja tutkimusyksikön infrastruktuurin rakentamisessa loppujen lopuksi menee; *tässä tapauksessa ajanjakso on ollut 12 vuotta*.

Osaston ainoa laboratorio, josta ei väitöskirjoja vielä ole tullut, on bioprosessitekniiikan laboratorio. Laboratorio on uusi ja bioprosessitekniiikan professoriksi nimitettiin vuonna 2000 Peter Neubauer. Soveltamalla 5.5-sääntöä voimme odottaa väitöskirjoja laboratorion tutkimusalueelta vuosina 2005 ja 2006; laboratorion tutkimustoiminta on vilkasta mutta *huonosti osaston muuhun tutkimustoimintaan integroitunutta*.

Jos väitöskirjojen syntymistä tarkastelee tuotantoprosessin tuotoksina, huomaa ensimmäiseksi, että kyse on *panosprosessista*. Kun yksi tuotantoerä on saatu valmiiksi, uusi tuotantoerä otetaan tuotantoprosessin alkuun; tämä toiminta selittää osaltaan kaikkien tutkimusryhmien toiminnassa havaittavat *kuivat kaudet*.

3.3 Johtopäätöksiä

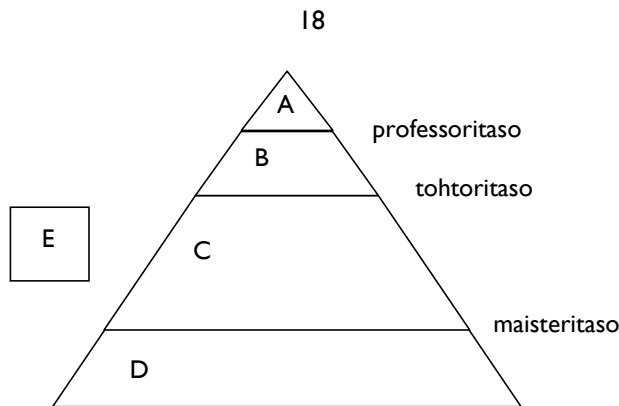
Edellä esitetystä tilastoinnista voi tehdä seuraavat johtopäätökset tarkasteltaessa muutoksia ja väitöskirjoja:

- Tutkimusyksikön väitöskirjojen määrä ei juurikaan korreloi tutkimusrahoituksen tai tutkijoiden määrän kanssa. Merkittävämpi tekijä on todennäköisesti *väitöskirjojen ohjauksen laatu*¹.
- Nimitettävien professorien on oltava tohtoreita. On hyvin vaikea ohjata väitöskirjan tekoa, jos ei ole itse väitellyt. Olisi myös hyvä, että nimitettävällä professorilla olisi kokemusta toimimisesta tutkimuksen huippuyksiköissä.
- Tutkimusyksiköissä (laboratorioissa) kriittisiä kohtia ovat professorin vaihdokset. Uusi professori luonnollisesti haluaa uusia asioita mutta vanhan tutkimustoiminnan arvottomaksi toteaminen johtaa väitöskirjoissa pitkään kuivaan kauteen. Tämä on verrattavissa uuden infrastruktuurin rakentamiseen.
- Professorin virkojen täytön viivästyminen vaikeuttaa tutkimusyksiköiden toimintaa huomattavasti.
- Tarvittava aika uuden professorin nimityksestä ensimmäisen oman oppilaan väitökseen noudattaa 5.5-sääntöä.
- Uuden tutkimus- ja opetusyksikön infrastruktuurin rakentaminen nolasta lähtien on hyvin *pitkällinen prosessi*; kesto on yli kymmenen vuotta.
- Väitöskirjapajat toimivat panosprosesseina.

3.4 Tutkimuspyrami

Toimiva tutkimusorganisaatio esitetään yleensä seuravanlaisen pyramidimallin muodossa; piirtämisen yksinkertaistamiseksi malli on esitetty kolmiona. Seuraavaan esitykseen on vaikuttanut voimakkaasti LKT Kalervo Hiltusen esitelmä [3]. Ensin kuvaan 13.

¹ Esimerkkinä ohjauksen ilmiselvistä laadukkudesta on työtieteen laboratorio.



Kuva 13. Pyramidimalli¹

Hiltunen² esitelmän perusteella voidaan muodostaa hänen tutkimusryhmänsä³ koostumus (noin 20 henkilö):

- A – 2 henkilöä: 1 professori ja yksi vieraileva professori
- B – 4 henkilöä: väitelleet tutkijat
- C – 10 henkilöä: väitöskirjatyöntekijät
- D – x henkilöä: tutkimusryhmässä mukana olevat perustutkinto-opiskelijat
- E – 2 henkilöä: avustava henkilökunta

Tätä tekstiä varten kutsutaan eo. koostumusta *kriittiseksi massaksi*. Huomionarvoista Hiltunen tutkimusryhmässä ovat seuraavat kaksi seikkaa:

- Väitelleiden suhde väitöskirjatyöntekijöihin on noin 1:2.⁴
- Hiltunen ei millään tavalla mainitse lisensiaatin tutkintoa.

¹ PYO:ssa ei ole päästy kuin poikkeuksellisesti ja lyhyen aikaa esitettyyn pyramidiin. Yleensä pyramidi hajoaa yläpästäään; joko pyramidin kärki siirtyy muualle ja vaihtuu tai ryhmä hajoaa sisäisiin erimielisyyksiin.

² Hiltunen on nähnyt noin 130 väitöskirjan syntymän, ohjannut 13 väitöskirjaa ja tehnyt tutkimustyötä 4 eri maassa, 6 eri yliopiston palveluksessa ja 9 eri laitoksella; *voimme luottaa hänen asiantuntemukseensa*.

³ On varmasti syytä pitää mielessä, että tutkimusryhmä koostuu ihmisistä ja ryhmän voima on ryhmän ihmisten osaamisessa ja kyvyssä *tulla toimeen ryhmän jäsenenä*. Rovon [12] mukaan perinteinen jako ihmisten ja asioiden johtamiseen (leadership ja management) ei enää toimi, koska "asiat" rakentuvat ihmisten kautta. *Ei ole osaamista ilman inhimillistä vuorovaikutusta*. Asiantuntemus rakentuu kulttuurisesti sosiaalisen toiminnan kautta, ei teknisesti ihmisistä ulkoistettuna asiana.

⁴ PYO:ssa tämä suhde on noin 1:6 – 1:7; laskennan pohjana on osaston noin 25 tohtoria ja noin 150 jatko-opiskelijaa. Koska kuitenkin väitöskirjojen ohjaajiksi nimetyt ovat pääsääntöisesti professoreja, *suhde on noin 1:15* tai jopa huonompi.

Biokemian alan tutkimustoiminta eroaa kuitenkin huomattavasti tekniikan alan toiminnasta. PYO:n tutkimusryhmien eli laboratorioiden pitäisi toimia sekä insinööritöimistoina¹ (tilaustutkimus) että tutkimusyksiköinä ja opetusyksiköinä. Suoraa vertailua näiden kahden laitoksen välillä ei voi tehdä, mutta pyramidimalli on tutkimustoiminnan tarkastelussa hyvä viitekehys².

Kuvassa 13 esitetty pyradimi esittää tieteellisen tiedon ja osaamisen rakentumista tutkimusryhmässä. Yleensä johtamisen hierarkia rakentuu samoin tutkimusryhmissä siten, että professori on myös ryhmän johtaja riipumatta siitä, onko professorilla johtamistaitoa. On syytä kysyä, onko perinteinen hierarkkinen³ organisaatio [12], jota voidaan kuvata sanoin: *tieto ylhäältä alas, virtaviivaisuus, selkeä työnjako, kontrolli*, edes kovin järkevä tapa johtaa asiantuntijaorganisaatiota. Useimmat organisaatiot pyrkivät jonkinlaiseen muuttumiseen tai uudistumiseen hierarkkisesta organisaatiosta ns. joustavaan organisaatioon. Tämä uudistuminen on PYO:ssa edessä, koska on runsaasti evidenssiä siitä, että *nuoret tutkijat viihtyvät erittäin huonosti hierarkkisissa organisaatioissa*.

Edelleen Rovon [12] mukaan uudenlaiset toimintatavat, kilpailu, uuden teknologian luomat mahdollisuudet ovat johtaneet *erilaisiin tapoihin organisoida osaamista*: organisaatiotasoa on madallettu, on rakennettu tiimejä, projekteja, verkostoja, partnersuhteita, virtuaalista organisoitumista sekä tunnistettu ydinosaaamista ja toimintaprosesseja. Organisaatiot ovat muuttuneet moniäänisemmiksi, heterogeenisemmiksi ja vuorovaikutus- ja joustavuusvaatimukset ovat kasvaneet. *Viisautta löytyy muualtakin kuin ylimmästä johdosta – usein nimenomaan muualta* [12, ks. myös 16]. Yhä useammalla toimialalla menestyminen perustuu asiantuntijuuteen, joka on ihmisissä ja rakentuu ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa.

¹ Jotta teollisuus olisi mukana tekniikan alan tutkimustoiminnassa, se edellyttää myös alan insinööriosaaamista. PYO:n tapauksessa teollisuusprosessien prosessi- ja laiteosaamista. Aiheeseen palataan *Tekniikan pedagogiikka* –sarjan muissa osissa.

² Tutkimusryhmissä toimiminen ei ole tämän raportin tarkastelun kohteena; lisätietoa aiheesta löytynee seuraavista viitteistä:

- Isohanni M & Nevala K (1997) *Psychological and managerial aspects of the scientist and the research team*. Journal of Health Services Research & Policy Editorial 1997:2:3:135-136.
- Isohanni M (2001) *Administrative aspects in longitudinal studies: how to navigate on a stormy and dangerous ocean? Editorial*. Acta Psychiatrica Scandinavica 2001: 104: 1-3.
- Isohanni M & Isohanni I & Veijola J (2002) *How should a scientific team be effectively formed and managed*. Nordic Journal of Psychiatry 2002: 56: 157-162.
- Isohanni M (1995) *Tutkijan ja tutkimustiimin psykologiaa*. Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti 1995:3:288-293.
- Isohanni M & Nevala K (1997) *Miksi tutkimustyö ei etene?* Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti 1997: 34 (4): 253-255.
- Isohanni M & Joukamaa M & Räsänen P & Nevala K (1999) *Tutkimusryhmän täydentyminen uudella tutkijalla, mahdollisuus parempaan vai ongelmien lähde?* Duodecim 1999:115:72-75.
- Isohanni M & Joukamaa M & Mäkikyrö T (1999) *Väitöskirjan avainhenkilöt: väittelijä, ohjaaja, esitarkastaja ja vastaväittäjä*. Suomen Lääkärilehti 1999: 54: 16: 2165-2169.
- Isohanni M (2000) *Harmaat tutkijat tulevat, oletko valmis?* Suomen Lääkärilehti 2000: 55: 1091-1092.
- Isohanni M (2000) *Väitöskirjan yhteenveto-osa väkisin väännetty vai työn kruunaus?* Suomen Lääkärilehti 2000: 34: 3366-3369.

³ Perinteinen hierarkkinen organisaatio perustuu vertikaaliselle ja horisontaaliselle työnjaolle. Tällainen organisaatio toimii tottelevaisuuden ja lojaalisuuden varassa koordinoitun ja kontrollin välinein. Tämän toiminnan takana on perusolettamus, että viisauden ajatellaan sijaitsevan organisaation huipulla, josta sitä valutetaan visioina, strategioina ja budjetteina ylhäältä alaspäin. Oikea tieto on olemassa ja se on helposti paikallistettavissa. [12]

Tarkasteltaessa PYO:n tutkimusyksiköitä huomataan seuraavat poikkeamat Hiltusen esittämästä mallista:

- A – 1 henkilö: Osaston laboratoriot ovat pääsääntöisesti (poikkeuksena vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio ja systeemitekniikan laboratorio) yhden professorin laboratorioita. Laboratorioiden *yhdistäminen kasvattaisi massaa kriittiseksi*; laboratorioiden yhdistymisen esteiden kartoittaminen edellyttäisi lisätutkimuksia.
- B – 0-4 henkilöä: Väitelleiden puute haittaa PYO:ssa tutkimusryhmien toimintaa merkittävästi¹. Joissakin laboratorioissa ei ole yhtään tohtoria professorin lisäksi, joissakin on yksi tai kaksi ja vain muutamassa enemmän. Tohtorit toimivat osaksi hallintotehtävissä esim. laboratorioinsinööreinä ja opetustehtävissä esim. yliassistentteina. Päätoimisesti tutkimustyön ohjaustehtävissä toimivia tohtoreita osastolla ei juuri ole.
- C – 10-15 tutkijaa: Tutkijoiden määrä laboratorioissa näyttää olevan sopiva; todellisuudessa *kaikki tutkijat eivät kuitenkaan ole väitöskirjatyöntekijöitä*². Monet tutkijat ovat mukana projektirumbassa, jossa yhden tutkimusprojektin kesto on korkeintaan kaksi vuotta; myös lyhyempiä projektien kestoja on. Projekteissa ei kovin helposti päästä riittävän syvälliseen asioiden käsittelyyn ja väitöskirjan ainekset jäävät syntymättä. Projektien aiheilla on lisäksi taipumus vaihdella suuresti ja väitöskirjan tekijä on ylivoimaisen tehtävän edessä. Monet tutkijat ovat osaston aikana turhautuneet tilanteeseen ja tehneet omat johtopäätöksensä. Projektirakenteella on myös omat vaikutuksensa jatkotutkintoihin: aiheista syntyy paljon lisensiaatin töitä mutta kovin vähän väitöskirjoja.
- D – x opiskelijaa: Historialliselta kannalta katsottuna diplomi-insinöörin tutkinto on ollut ensisijaisesti ammattitutkinto eikä tieteellinen tutkinto. PYO opinto-ohjelmassa tuleva diplomi-insinööri ei juurikaan joudu tekemään tutkimusta ja useat diplomityöt ovat enemmänkin insinööritöitä kuin tieteellisiä tutkimuksia. Tämä lähestymistapa on tietysti oikea koulutettaessa työntekijöitä teollisuuden palvelukseen mutta kun tällainen henkilö siirtyy väitöskirjatyöntekijäksi, vaikeudet alkavat³. Osaston perustutkinnon opintoihin tulisi ehdottomasti saada tutkimuksen tekemiseen ja tutkimuksen raportointiin liittyviä opintojaksoja. Ainoa tällainen kurssi on prof. Keiskin opettama valinnainen opintojakso *Tutkimusmetodologia: Opiskelijatutkijakoulutus* [6, 149]. Lisäksi prosessimetallurgian laboratoriossa on ollut ns. *MUGS-toimintaa*. Tutkimusosaamisen puute näkyy selkeästi projekteissa; uusien tutkijoiden sisäänajo kestää yhdestä kahteen vuoteen.

¹ Tämä liittyy keskeisesti yliopistoissa pahasti kesken olevaan keskiportaan virkarakenneuudistukseen; Oulun yliopistossa uudistus on muita yliopistoja huomattavasti jäljessä. Oulun yliopiston virkarakenneyöryhmän loppumispäivämäärä on 30.10.2003, jonka jälkeen työryhmä antanee raporttinsa. Työryhmässä ei kuitenkaan valitettavasti ole insinööriosastojen edustajaa. *Tekniikan alalla on erittäin vaikeaa saada väitellyt tohtori jäämään taloon, jos tarjolla on vain lyhyitä, muutaman kuukauden mittaisia määräaikaisia työsuhteita huonolla palkalla.*

² Sama ongelma on myös muissa teknillisissä yliopistoissa, esim. Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY). Muutamia lainauksia TTY:n rehtorilta Jarl-Thure Erikssonilta [4]: "Vaikka tutkija osallistuisikin erilaisiin tutkimusprojekteihin, *jatko-opiskelun pitää olla ensisijainen tavoite*. Ei ole hyvä jäädä roikkumaan ja vain ajautua projektista toiseen." "Tohtorin tutkinnon suorittaminen pitäisi olla mahdollista neljässä vuodessa. Tietenkin se on myös laatuksymys, mutta siihen voidaan vaikuttaa *panostamalla väitöstutkimuksen ohjaamiseen.*"

³ Tutkimusaineistosta [5] käy selkeästi ilmi, *ettei aloittelevilla tutkijoilla ole kovin jäsentynyttä kuvaa tieteen-teosta yleensä eikä tekniikan tutkimuksen teosta*. Monilla osaston aloittelevilla tutkijoilla on valitettavasti hyvin epämääräinen käsitys tutkimuksen tekemisestä. Todellisuuden osoittautuessa toisenlaiseksi kuin odotukset, *turhautuminen ja jatko-opintojen keskeyttäminen on vain luonnollista*. Tilannetta parantaisi, jos jo perustutkintovaiheessa opiskelijat tekisivät tutkimustyötä.

Lyhyesti voidaan todeta, että osaston tutkimusorganisaatioiden rakenne poikkeaa optimaalisesta huomattavan paljon. Osastolla on sen historian aikana ollut tutkimusorganisaatioita, jotka ovat olleet pelkästään opetusyksikköjä tai pelkästään insinööritoimistoja. Budjettivaroin palkattu väki noudattaa useimmissa laboratorioissa seuraavaa jakoa: 1 professori, 1 laboratorioinsinööri, 3 assistenttia. Assistenttien pitäisi assistenttiohjesäännön [7] mukaan ”suorittaa itsenäistä tieteellistä tutkimustyötä tai harjoittaa siihen liittyviä jatko-opintoja.” Todellisuus on kuitenkin *Pokin*¹ vuonna 2000 tekemän selvityksen [8] mukaan tyystin toisenlainen; osaston historian aikana ei kukaan ole pystynyt tekemään väitöskirjaa samalla koko ajan assistentin työtä tehden. Assistentit ovat PYO:ssa päätoimisia opettajia².

Tutkimusryhmän johtajan tehtävät Hiltunen [3] on tiivistänyt seuraavasti (lisäykset kursivoitu):

- Anna relevantti, *väitöskirjaan johtava tutkimusprojekti* (aihe)
- Huolehdi *tutkimuksen resursseista* (resurssit)
- Huolehdi, että *tutkimustyö tehdään* (seuranta ja ohjaus)

PYO:n tutkimusryhmien toiminnasta voi yleisellä tasolla todeta, että tutkimuksen resurssit ovat kokonaisuuden helpoin osa; väitöskirjan aihe, väitöskirjan teon seuranta ja ohjaus ovat huomattavasti vaikeampia asioita.

PYO:n toiminnassa on suhteellisen vähän kiinnitetty huomiota tutkimuksen laatuun³. Lehtisen [11] mukaan tutkimuksen laadun arviointi⁴ tarkoittaa lähinnä lopputulosten, kuten artikkelien, väitöskirjojen ja kehittämisprojektitulosten arviointia. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu PYO:n tutkimuksen laatua vain yhdestä suunnasta eli väitöskirjojen määrän kannalta. Usein unohdetaan, että *myös tutkimusprosessilla on laadunsa* [11]. Pelkkä lopputulokseen tuijottaminen ja tutkimusprosessin laadunvarmistuksen unohtaminen johtaa väitöskirjojen kohdalla joko siihen, että väitöskirjan laatua joudutaan rakentamaan esitarkastuksen aikana uudestaan tai esitarkastukseen menee käsikirjoitus, jota ei koskaan hyväksytä väitöskirjaksi. Molemmista tapauksista on osaston historiassa esimerkkejä; esimerkit lienevät selkeitä tapauksia laadunvarmistuksen pettämisestä.

¹ Prosessi- ja ympäristötekniikan osaston opetuksen kehittämistyöryhmä.

² Teknillisten yliopistojen opiskelijamäärät opettajaa kohti ovat muuttuneet rajusti viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana [9]: vuonna 1981 suhde oli 1:12, vuonna 1990 1:15 ja vuonna 2000 1:25. *Opiskelijoiden määrä per opettaja on siis kaksinkertaistunut*; samalla professorien ajankäytöstä opettaminen muodostaa yhä pienenevän osan. Opetustyöllä on tapana valua organisaatiossa alaspäin kunnes sitä ei enää voi delegoida; käytännössä assistentit hoitavat PYO:n opetuksesta leijonanosan.

³ Osastossa on ollut useita laatuprojekteja, mutta niiden vaikutus käytännön toimintaan on ollut Mika Waltarin romaanihenkilön sanoin ”plys-miinys-nolla”.

⁴ Tutustuin laadun käsitteeseen jo 1980-luvun lopulla opiskellessani tuotantotaloutta prof. Eino Tunkelon johdolla.

4 Jatko-opiskelijat

Osaston jatko-opiskelijoiden määrä on tilastoitu seuraavaan taulukkoon.

Taulukko 8. Osaston jatko-opiskelijoiden määrät 1999-2002.

Vuosi	Kirjoilla olevat jatko-opiskelijat	Tohtorin tutkinnot (osuus jatko-opiskelijoista %)
1999	135	4 (3.0 %)
2000	118	2 (1.7 %)
2001	134	8 (6.0 %)
2002	166	3 (1.8 %)
Summa	553	17 (3.1 %)

Verrattaessa tohtorin tutkintoja jatko-opiskelijoiden määrään ei voi kuin todeta, että suurin osa jatko-opiskelijoista tuskin on tosissaan väitöskirjan teossaan; saanto ei todellakaan ole kovin kaksinen. Optimisti toteaisi tässä tilanteessa, että potentiaali tohtorin tutkintojen suorittamisessa on todella suuri! Ilman tarkempia tutkimuksia ei huonon saannon syitä voi syvemmalta pohtia.

Tarkasteltaessa väitöskirjan tekijöitä, huomataan, että väitöskirjatutkimuksia on tehty kovin erilaisin taustoin¹. Väitöskirjan tekijät voidaan luokitella seuraavasti²:

- **Tyyppi 1:** Väitöskirjan tutkimusaineisto on tuotettu yrityksissä, erityisesti yritysten tutkimuslaitoksissa. Loppuvaiheiden ohjaus on tullut PYO:sta. Tällaisia väitöskirjoja ovat ilmeisesti [v 01, v 03, v 09, v 12, v 18, v 20, v 25, v 29, v 32, v 38, v 39, v 49]. Kaiken kaikkiaan (arviolta) 12 väitöskirjaa eli **24.9 %** kaikista osaston väitöskirjoista.
- **Tyyppi 2:** Tutkimuslaitoksissa (VTT, Työterveyslaitos) ja muissa oppilaitoksissa pääasiassa tehdyt väitöskirjatyt. Näissä PYO:n osuus ohjauksessa on useimmiten edellisiä suurempi. Tällaisia väitöskirjoja ovat [v 05, v 06, v 07, v 08, v 10, v 13, v 15, v 16, v 17, v 22, v 40, v 42, v 47]; kaikkiaan (noin) 13 väitöskirjaa eli **26.5 %**.

Tyytit 1 ja 2 summaamalla voidaan laskea ns. PYO:n ulkoisen tutkimuksen osuus kaikista väitöskirjoista; tämän arvo on noin **51 %**.

- **Tyyppi 3:** Seuraavana tyyppinä on osaston virkatyön (assistentti, yliassistentti tai muu henkilökunnan jäsen) ohessa tehdyt väitöskirjat. Näiden määrä pitäisi tietysti olla suurin, mutta tähän ryhmään kuuluvia ovat arviolta vain [v 04, v 14, v 19, v 24, v 31, v 33, v 34, v 37, v 45]. Lukumäärä on 9 eli **18.4 %**. Rahoituslähteinä ovat olleet yliopiston maksaman palkan lisäksi TEKES, Akatemia, yritykset ja erilaiset säätiöt, joista merkittävin lienee *Tauno Tönnögin Säätiö*. Tällaisessa ympäristössä jatko-opiskelijalta edellytetään huomattavaa *itseohjautuvuutta* ja myös itsepäisyyttä oman projektin toteuttamisen suhteen.

¹ Aiheesta enemmän viitteessä [14], jossa käsitellään jatko-opiskelua laajasti.

² Luokittelussa on käytetty apuna väitöskirjojen esipuheita.

- **Tyyppi 4:** Osastolla on aina ollut tutkijoita, jotka ovat tehneet työtään osaston sisällä pääasiassa tutkimustehtävissä. Rahoituslähteinä ovat olleet Suomen akatemian tutkimusassistenttuurit, viime aikoina yhä enenevässä määrin *tutkijakoulut*, TEKES-projektit, ym. lähteet. Näitä väitöskirjoja ovat ilmeisesti [v 02, v 11, v 21, v 23, v 26, v 27, v 28, v 30, v 35, v 36, v 41, v 43, v 44, v 46, v 48), joita on kaiken kaikkiaan 15 eli **30.6 %**. Luokittelu tyyppihin 3 ja 4 on jossain määrin mielivaltaisen ja täysin kirjoittajan oma; on mahdollista, että osa tyyppiin 4 luokitelluista kuulukin tyyppiin 3.

Tyyppiin 3 ja 4 väitöskirjat on tehty pääasiassa osaston sisällä ja väitöskirjatyön ohjaus on melkein kokonaisuudessaan tapahtunut osaston opettajien voimin.

Ristiintaulukoimalla tyyppiluokittelu edellä esitetyn tutkimusryhmäluokittelun kanssa saadaan seuraava taulukko.

Taulukko 9. Tyypit vs. tutkimusryhmät

Tyyppi (lkm)	Säte	Syte	Työt	KPT	KuPa	Vesi	LDT	PM
1 (12)	7	1	-	1	1	-	1	1
2 (13)	2	4	4	2	-	1	-	-
3 (9)	4	-	1	-	1	2	1	-
4 (15)	1	3	2	4	3	1	1	-
Yhteensä	14	8	7	7	5	4	3	1

Yo. taulukko osoittaa, että osastolla on hyvät kontaktit teollisuuslaitoksiin ja tutkimuslaitoksiin; omat virkatutkijat on tämän toiminnan takia ehkä jääneet vähemmälle huomiolle. *Mistä sitten löytyvät tulevaisuuden väitöskirjatekijät? Ja minkä tyyppin osuuden kasvussa on parhaat mahdollisuudet?* Taulukkoa tarkastelemalla ja kirjoittajan käsityksen mukaan satsaukset tulisi suunnata seuraavasti:

- Ensiksikin *teollisuuden palveluksessa tutkimustehtävissä olevien kannustamiseen ja väitöskirjan tekemisen rohkaisemiseen*. Osasto tarjoaisi väitöskirjatyön ohjauksen. Erityisesti säätötekniikan laboratoriossa on huomattu tämä potentiaali; toisaalta samassa laboratoriossa omat tutkijat on jossain määrin unohdettu.
- Toiseksi pitäisi satsata osaston virkatutkijoiden eli *assistenttien väitöskirjaprojektien ohjaukseen*. Osastossa on noin 25 assistenttuuria, jotka kuuluvat tähän ryhmään. Keskiportaan virkarakenneuudistuksella ja väitöskirjatyön ohjauksen voitaisiin tehdä tällä kohdalla paljon.

PYO:ssa ja ilmeisesti muuallakin *jatko-opiskelijoiden valintaan ei kiinnitetä erityistä huomiota*. Kirjoittaja on istunut yksikkönsä laitosneuvostossa noin 10 vuoden ajan, enkä muista että koskaan olisi jatko-opiskeluanomus hylätty; tämä tietysti osalta selittää jatko-opiskelijoiden melkein pä tolkkuttoman määrän. *Millaisia opiskelijoita sitten tulisi valita PYO:n jatko-opiskelijoiksi?* Tällä hetkellä huomiota kiinnitetään hyviin arvosanoihin, nopeaan valmistumisaikaan ja hyvään diplomityön arvosanaan. Tutkimus on tältä osin vielä kesken, mutta tutkimusaineiston [5 & 15] perusteella näyttää, että jatko-opinnoissa pärjää parhaiten opiskelija, jonka *metakognitiiviset taidot ovat hyvät*¹.

¹ Keskusteluissa TkT Ulla Lassin kanssa asia tuli erityisesti esille, kun yhdessä ihmettelimme jatko-opiskelijoiden erittäin huonoa kritiikin sietokykyä.

Metakognitiolla tarkoitetaan tietoa, jota yksilöllä on omista kognitiivis-emotionaalisista prosesseistaan; näitä prosesseja ovat ajattelu ja muisti. Metakognitiivisen tiedon perusteella yksilö pystyy tietoisesti säätelemään omaa oppimis- ja ajattelutoimintaansa. Oppimisen yhteydessä puhutaankin usein metakognitiivisista taidoista, oman oppimisprosessin seuraamisen ja ohjaamisen taidoista. *Metakognitiiviset taidot ovat erittäin tärkeitä oppimisen kannalta etenkin sellaisissa oppimistilanteissa, joissa oppija itse ohjaa etenemistään*; tämä tilanne vallitseva PYO:n jatko-opiskelukulttuurissa, jossa jatko-opiskelijan odotetaan itse suunnittelevan oman tutkintonsa. Valmiita ratkaisuja odotettava on tässä ympäristössä vaikeuksissa¹.

Kirjoittaja on keskustellut kymmenien osaston jatko-opiskelijoiden kanssa vuosina 1983-2003; olen tietysti myös harrastanut itsereflektiota. Jatko-opiskelusta keskustelu siirtyy usein aika nopeasti siihen, että jatko-opiskelija valittaa ohjaajansa kyvyttömyyttä ja heitteille jättämistä². Moiseen käytökseen on tietysti useita syitä, joista seuraavassa tärkeimmät:

- **Opetusmenetelmä:** Yleensä mitään opetusmenetelmää ei pidä ottaa itsestään-selvyytenä; opettajan tulee tietää mitä hän on tekemässä ja opiskelijoiden tulisi tietää, mihin he ovat sitoutuneet. Suomen yliopistojen siirtyessä massayliopistoiksi opiskelijamäärien kasvaessa 1950-luvulla perustutkinto-opetuksessa siirryttiin pois keskialalta peräisin olleesta opetusmenetelmästä ja siirryttiin opetustyön ositukseen perustuvaan toimintaan³. Jatko-opinnoissa vanha ammattikuntalaitoksesta (oppipoika-kisälli-mestari) peräisin oleva opetusmenetelmä, jossa mestari tahi kisälli opettaa kaikki opetettavaan asiaan liittyvät seikat, säilytti paikkansa; tämä toimintatapa käy selvästi ilmi edellä esitetystä (kuva 13) Hiltusen tutkimusryhmän rakenteesta. Tieteen kisällejä ovat väitelleet tutkijat. Toimiakseen tämä opetusmenetelmä edellyttää kuitenkin suhteellisen pienen ohjaaja-ohjattava suhteen, esim. 1:2; PYO:ssa tämä suhde on kuitenkin paljon suurempi (välillä 1:6-1:15 tai jopa huonompi). *Tilanne edellyttäisi tietysti ohjaus- ja opetustyön osittamista*, mutta tähän liittyvät toimenpiteet ovat PYO:lla vielä lapsenkengissään.
- **Ohjaaja-ohjattava suhde:** Mikäli jatko-opintojen ohjaus tapahtuu ensisijaisesti vain yhden ohjaajan ja ohjattavan systeemissä, niin muodostuvaan suhteeseen syntyy helposti voimakkaita jännitteitä. Ohjattavilla näyttää olevan taipumus siirtää tutkimustyön liittyvät luonnolliset tapahtumat (epäonnistumiset, pettymykset, jne.) tähän ohjaussuhteeseen. Mikäli ohjaajan taidot, lähinnä sosiaaliset taidot, eivät ole tehtävän tasalla⁴, seurauksena on tapahtuma, jolle suomenkielessä on hyvä

¹ Jatko-opiskelijoiden työhön sitoutumisen kanssa on ehkä tästä syystä useissa korkeakouluissa ongelmia.

² Väitöskirjan teon ongelmista on Eetu-Pekka Heikkinen kirjoittanut hyvän koosteen, joka on liitteenä 4.

³ Taylorismi: tapa jakaa tuottava työtoiminta pieniin osiin.

⁴ Ongelmakenttä on tietysti tuttu muissakin yliopistoissa. Kirjoittajalla oli mahdollisuus keväällä 2003 keskustella dekaani, professori Juhani Ruuskasen (JR) kanssa Kuopion yliopiston (KY) tilanteesta jatkotutkintojen ohjaamisesta ja yleensä jatkotutkinnoista. Seuraavat kolme asiaa tulivat esille:

- Kuopion yliopistossa on tiedostettu opintojen ohjauksen merkitys jatkotutkintojen onnistumisissa. Samassa yhteydessä, kun jatko-opiskelijalle määrätään tutkinnon valvoja, määrätään myös *tutkinnon ohjausryhmä, jolle tutkinnon valvoja raportoi kerran vuodessa*.
- KY:ssa on myös tiedostettu, että *on olemassa ohjaajia, jotka pystyvät ohjaamaan opiskelijat tohtorin tutkintoon ja on olemassa ohjaajia, jotka eivät tähän pysty*. KY:ssa ei ole jääty asian suhteen tuleen makaamaan, vaan heillä on tarkoitus ruveta kouluttamaan jatkotutkinnon ohjaajia tekemään työtänsä oikein.
- JR:n kanssa keskustellessa tuli myös asia, joka koskee jatko-opiskelijan oikeusturvaa. Osaston määrätessä jatko-opiskelijalle tutkinnon valvojan *jatko-opiskelija luonnollisesti olettaa, että valvoja pystyy työnsä tekemään*. Jos väitöskirja ei sitten koskaan valmistu, niin valvoja tuskin yötuniaa menettää mutta opis-

ilmaus: *sukset menevät ristiin*. Näitä ristiinmenoja on osaston historiassa tapahtunut useita ja ratkaisuna on yleensä ollut ohjaajan vaihtuminen sekä pahimmassa tapauksessa jatko-opintojen keskeytyminen. Eräs ohjaaja totesi kirjoittajalle, että ohjaustyössä tarvitaan *lehmän hermot*; tilannetta vaikeuttaa vielä sekin, että jokainen ohjaaja-ohjattava-suhde on erilainen. Jännitettä voidaan alentaa huomattavasti siirtämällä osa ohjauksesta tutkimusryhmän muille jäsenille tai käyttämällä *Biocenter Oulun* tapaa eli väitöskirjaprojektilla on seurantaryhmä¹, jolle ohjaaja raportoi.

- **Tutkijakoulutuksen tarkoitus²:** Tutkijaksi kouluttaminen on tietysti tutkijan ammattiin koulutusta. Koulutuksen tavoitteena on kriittinen, itsenäisesti ja ryhmän jäsenenä toimimaan pystyvä henkilö. *Koulutuksen tarkoituksena ei ole ensisijaisesti ammattitaidon lisääminen vaan tietynlaisen ajattelutavan omaksuminen*; tarkoitus on, että koulutettavasta tulee tieteen tekijä. Kyse on kognitiivisesta muutoksesta ja muutoksen aiheuttama ahdistus tahtoo taas purkautua ohjaaja-ohjattava suhteeseen. Kognitiivinen muutos tarkoittaa toisenlaista tapaa reagoida ympäröivään maailmaan.
- **Sitoutuminen:** Ohjaaja-ohjattava-suhde edellyttää, niin kuin kaikki parisuhteet, molemminpuolista sitoutumista. Molemmin puolin sitoutumisen kanssa on ollut useasti vähän niin ja näin; väitöskirjatyössä tarvitaan kaksi asiaa: *ohjattava luottaa omaan työhönsä ja ohjaaja luottaa ohjattavaan*. Jos tämä luottamus häviää, ollaan väitöskirjaprojektissa vaarallisella alueella. Pahin tilanne syntyy, kun ohjattava ei enää usko ohjaajan ohjaustaitoon eikä edes ohjaajan ammattitaitoon tutkittavalla alueella³.

Teksti lienee hyvä lopettaa Rolf Nevanlinnan artikkelista *Tieteellinen tutkimustyö* lohkaistuihin lainauksiin:

*Tutkimustyö jo alkuasteellaankin vaatii keskittymistä tuntuvasti enemmän kuin mihin työntekijä aikaisemmin on tottunut, esimerkiksi kouluopinnoissaan taikka korkeakouluopintojen varhaisemmissa vaiheissa. Suuremmissa määrässä kuin hän työhön ryhtyessään voi aavistaakaan, se vaatii häneltä myös hellittämätöntä sitkeyttä ja kärsivällisyyttä. Ei siis suinkaan riitä se, että reippaasti ja rohkeasti heittäytyään probleemien kimp- puun optimistisessa nopeiden menestysten ja uusien keksintöjen toivossa. Suurimpienkin tutkijain todistuksen mukaan tie menestykseen on toinen. On kiinteästi perehdyttävä siihen, mitä tutkittavalla alalla jo aikaisemmin on saatu selvitetyksi. Mutta tämä tutustumisen ei saa tapahtua passiivisen reseptiivisyyden, pelkän vastaanottamisen, merkeissä. **Aineeseen on itsenäisesti ja aktiivisesti syvennyttävä, tunnetut asiat on ikään kuin uudestaan keksittävä, niin että ne muuttuvat työntekijän omaksi henkiseksi omaisuudeksi. Tämänkaltaiseen aktiiviseen oppimiseen sisältyy produktiivinen momentti, tätä tietä avautuu pääsy uusiin kysymyksiin ja niiden selvittämiseen.***

kelijälle tämä voi merkitä neljän, viiden vuoden hukkaan heitettyä aikaa ja pahimmassa tapauksessa aikamoista inhimillistä tragediaa.

¹ <http://www oulu.fi/faculties/resea/biocente/bco-hakemisto/bco/school/thesis.htm> - 11.09.2003

² Tutkijakoulutuksen tarkoitus näyttää olevan epäselvä useille jatko-opiskelijoille.

³ Aiheeseen liittyvää haastattelumateriaalia on kirjoittajalla runsaasti, mutta tähän raporttiin ei voi kirjata luottamuksellisten keskustelujen sisältöjä.

Ohjaajan roolista Nevanlinna toteaa seuraavaa:

Ohjaajan suurin tehtävä on tutkimusaiheiden sopivalla valinnalla ja jatkuvalla ohjauksella, huomioon ottaen tutkimusalan aktuaalinen kehitysvaihe ja opastettavan aloittavan tutkijan henkilökohtaiset psykologiset edellytykset, huolehtia siitä, etteivät vaikeudet pääse muodostumaan ylivoimaisiksi esteiksi hänen edistymiselleen.

5 Johtopäätöksiä

Tekstissä todetut johtopäätökset on koottu seuraavan listan muotoon:

- Prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa on väitöskirjojen ja sitä kautta tohtorin tutkintojen määrä kasvanut erittäin rajusti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kasvu on aiheuttanut ongelmia erityisesti jatko-opintojen ohjauksen puolelle, koska resursseja ei ole allukoitu kyseiseen toimintaan; olemassa olevat resurssit ovat selvästi riittämättömät.
- Väitöskirjatyön ohjaajien määrä suhteutettuna ohjattaviin on ehdottomasti liian pieni. Osaston tohtorien määrää on kasvatettava; tähän voisi olla apuna järkevästi toteutettu keskiportaan virkauudistus.
- Osaston muuntuminen diplomi-insinöörejä kouluttavasta yksiköstä tiedeyhteisöksi on kesken ja vienee vielä ainakin kymmenen vuotta.
- Tutkijakouluihin asetetut toiveet ovat osaksi jääneet toteutumatta; tilanne ei johdu kuitenkaan itse tutkijakouluista vaan tutkijakoulujen tekniikan alalle sopimattomista valintakriteereistä sekä väitöskirjojen ohjauksesta.
- Virkatyön ohessa tehtävien väitöskirjojen määrää voisi kasvattaa järjestämällä lyhytaikaisia, noin vuoden mittaisia rahoituksia väitöskirjojen viimeistelyä varten.
- Tutkimusprojekteja on saatava pidemmiksi. Väitöskirjan tekeminen kestää osaston toimintakulttuurissa noin 5.5 vuotta; mikäli tutkimusprojektin pituus on kaksi vuotta, ollaan ratkeamattoman yhtälön edessä.
- Teknillisen tiedekunnan tutkintorakenteesta olisi poistettava tekniikan lisensiaatin tutkinto. Perustelut löytyvät tekstistä. Bolognan prosessikaan (3+2+3) ei tunne lisensiaatin tutkintoa¹.

Tutkijakoulutuksen perusongelmat voidaan esittää seuraavien kysymysten muodossa²:

- Millä tavalla tohtorin tutkintojen määrä saataisiin nousuun?
- Millä tavalla tutkintojen ohjaus saataisiin kuntoon?

¹ Tietoa Bolognan prosessista ja tekniikan alan yliopistokoulutuksesta löytyy viitteestä [13].

² Tarkkaavainen lukija huomaa, että kyse on samasta kysymyksestä. Ensimmäinen kysymys on yliopiston hallinnon asettama kysymys, toinen kysymys on jatko-opiskelijan mielessä pyörivä kysymys.

6 Viitteet

- [1] Keskustelut diplomityöni ohjaajan prof. *Jorma Sohlon* kanssa.
- [2] *Edessä toinen niukka vuosi - Oulun yliopisto menettää viisi miljoonaa, kun ministeriön tavoite ei täytynyt.* Kaleva 02.08.2003, s. 11.
- [3] Biokemian laitoksen johtaja, prof. LKT Kalervo Hiltunen (2003) *Suurten tutkimusryhmien toiminta, ryhmän sisäinen työnjako ja henkilösuhteiden vaikutus toimintaan.* Tutkijoiden perehdyttämiskoulutus, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. 21.05.2003. (esitelmä)
- [4] *TTY patistaa tutkijoitaan jatko-opiskeluun.* Tekniikka & Talous, nro 27/2003 (21.08.2003). s. 18
- [5] *Esitehtävät.* Tutkijoiden perehdyttämiskoulutus, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Kevät 2003. (tutkimusaineisto)
- [6] *Opinto-opas 2002-2004.* Teknillinen tiedekunta, Oulun yliopisto. ISSN 0782-9329.
- [7] Oulun yliopiston assistenttiosuhteiden kehittäminen.
<http://www.hallinto oulu.fi/yhallint/saadoss/assistentti.html> - 10.09.2003
- [8] *Selvitys assistenttien opetustaakasta.* Opetuksen kehittämistyöryhmä Pokki, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. 07.09.2000.
- [9] *Ei määrää, vaan laatua.* Tekniikan Akateemiset 2/2002. s. 22
- [10] Jaako J, Nelo S & Sillanpää M (2003) *Prosessi- ja ympäristötekniikan osaston tutkimuksesta ja opetuksesta kertova artikkeli.* Julkaistaneen Kemia-Kemi-lehdessä 7/2003.
- [11] Lehtinen U¹ (2003) *Tutkimuksen laatu lisää kilpailukykyä.* Talouselämä 6/2003. s. 39
- [12] Ropo A (2002) *Jaettu johtajuus – Ehto ja mahdollisuus tulevaisuuden johtamiselle?* Vuoriteollisuus 2/2002. s. 30-32.
- [13] Pursula M (2003) *Tekniikan opetuksen haasteet.* Vuoriteollisuus 3/2003. s. 5 (pääkirjoitus)
- [14] Jaako J (toim.) (2000) *Jatkotutkinto-ohje.* Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Oulun yliopisto, Oulu 2000, 46 s.
<http://ntsatu oulu.fi/Henkilokunta/jaako/julkaisut/jatkotutkinto-ohje.pdf> - 15.09.2003
- [15] *Opiskelijoiden tekemät portfoliot.* Uusien opettajien perehdyttämiskoulutus. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Elokuu 2002. (tutkimusaineisto)
- [16] Koivunen H (1997) *Hiljainen tieto.* Helsinki: Otava.

¹ Kyseessä ei ole monen tuntema TkT Ulla Lehtinen vaan Tampereen yliopiston yrityksen taloustieteen professori ja kauppätieteiden tohtori.

Liite I – Väitöskirjat prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa

Tilanne 02.09.2003 mukaan; tiedot on esitetty käänteisessä kronologisessa järjestyksessä (vuodet) ja kronologisessa järjestyksessä (väittelijät). Luettelossa 49 väitöskirjaa.

Lukuohje

[v 46¹] 2003² – 1³ – **Lassi (e Pulkkinen⁴) Ulla⁵** (tekn.lis. 01⁶) *Deactivation Correlations of Pd/Rh Three-way Catalysts Designed for Euro IV Emission Limits⁷* (Ikääntymiskorrelaatioista Euro IV -päästörajoihin suunnitelluilla Pd-Rh –kolmitoimikatalyyteillä)⁸. – väitöstilaisuus 28.02.2003 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia⁹

1. Lassi U (2003) *Deactivation Correlations of Pd/Rh Three-way Catalysts Designed for Euro IV Emission Limits*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 180, ISBN 951-42-6953-5¹⁰
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514269543/> - 21.08.2003¹¹
3. Kustos¹²: prof. Riitta Keiski; ohjaaja¹³: prof. Riitta Keiski
4. Esittäneet: prof. Zinifer R Ismagilov & prof. Emilia Björnbohm¹⁴
5. Vastaväittäjä¹⁵: prof. Zinifer R. Ismagilov (Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Venäjä)

Abstract/Tiivistelmä¹⁶

Keywords/Asiasanat¹⁷

Väitöskirjoja on pääasiassa julkaistu julkaisusarjoissa. Pääsarjaksi on vakiintunut Oulun yliopiston Acta-sarja; ko. sarjan etuna on, että yliopiston kirjasto tekee sarjaan otetulle kirjalle www-sivun ja Portable Document Format –tiedoston. Täten väitöskirjat löytyvät tavallisilla hakukoneilla, esim. <http://www.google.com>.

- Acta Universitatis Ouluensis, Technica, 33 väitöskirjaa
- Acta Polytechnica Scandinavica 7 (vuoteen 1988 saakka)
- Omakustanteet 4
- VTT Julkaisusarjat 3
- Muut sarjat 2

¹ Numerointi on sama kuin PYO:n kansliassa osastosihteerin ylläpitämässä suppeammassa luettelossa. v = väitöskirja erotukseksi kirjallisuusviitteistä.

² Väittelyvuosi, huom. tohtorin tutkinto on voinut mennä seuraavan vuoden puolelle!

³ Järjestysnumero vuoden alusta

⁴ Väittelijän entinen nimi

⁵ Väittelijän nimi

⁶ Oppiarvo ja vuosi väittelyhetkellä. Tiedot väitöstilaisuusilmoituksista ja DI-matrikelista. Varsinkin vanhimmista väitöksistä tiedot ovat epävarmoja ja ne on merkitty kysymysmerkillä.

⁷ Väitöskirjan nimi

⁸ Väitöskirjan nimi suomeksi/englanniksi.

⁹ Monografia = väitöskirja muodostaa yhtenäisen tekstin; nippuväitöskirja = tieteellisten (ja yleensä esitarkastettujen) artikkelien kokoelma & yhteenvedo

¹⁰ Väitöskirjan tiedot.

¹¹ Väitöskirjan www-osoite ja osoitteen tarkistettu voimassaolopäivä.

¹² Kustos = väitöstilaisuuden erotuomarina toimiva henkilö

¹³ Ohjaajaksi on merkitty henkilö tai henkilöt, jotka väitöskirjassa on ilmoitettu ohjaajiksi.

¹⁴ Väitöskirjan esitarkastajat.

¹⁵ Virallinen, osastoneuvoston nimeämä vastaväittäjä; muista vastaväittäjistä ei ole saatavissa tietoja.

¹⁶ Tiivistelmät pääasiassa englannin kielellä, mikäli mahdollista. Osa tiivistelmistä on saatavissa verkosta, mutta osa on kirjoitettu suoraan väitöskirjoista. Mahdolliset virheet näissä mahdollisia.

¹⁷ Väitöskirjasta; jos asiasanoja ei ole merkitty väitöskirjaan, niin tiedot puuttuvat. Varsinkin vanhojen väitöskirjojen kohdalla tilanne on tämä.

Lyhyt väittelijäluettelo

[49]	2003 – 4 – Rousu Päivi	
[48]	2003 – 3 – Sallanko Jarmo	
[47]	2003 – 2 – Rämö Jaakko	
[46]	2003 – 1 – Lassi (e Pulkkinen) Ulla	
[45]	2002 – 4 – Lindfors Juha	Tohtorin tutkinto vuodelle 2003
[44]	2002 – 3 – Ahasan Rabiul	
[43]	2002 – 2 – Pongrácz Eva	
[42]	2002 – 1 – Isotalus Nina	
[41]	2001 – 8 – Anttila Juha	
[40]	2001 – 7 – Pasanen Antti	
[39]	2001 – 6 – Pesonen Lasse	
[38]	2001 – 5 – Frantti Tapio	
[37]	2001 – 4 – Kamula Riitta	
[36]	2001 – 3 – Kirvesoja Heli	
[35]	2001 – 2 – Ämmälä Ari	
[34]	2001 – 1 – Röpelinen Jyrki	
[33]	2000 – 2 – Muurinen Esa	
[32]	2000 – 1 – Karppanen Erkki	
[31]	1999 – 4 – Yliniemi Leena	
[30]	1999 – 3 – Dahl Olli	
[29]	1999 – 2 – Hooey Patrick	
[28]	1999 – 1 – Tanskanen Juha	
[27]	1998 – 5 – Penttinen Riitta	
[26]	1998 – 4 – Niinimäki Jouko	
[25]	1998 – 3 – Ketonen Matti	
[24]	1998 – 1 – Kuopanportti Hannu	
[23]	1998 – 2 – Kovács Jenő	
[22]	1997 – 2 – Huusko Antti	
[21]	1997 – 1 – Ikonen Enso	
[20]	1996 – 5 – Oinas Pekka	Tohtorin tutkinto vuodelle 1997
[19]	1996 – 4 – Jaako Juha	
[18]	1996 – 3 – Sopenlehto-Pehkonen Taina	
[17]	1996 – 2 – Kaarela Kari	
[16]	1996 – 1 – Koivisto Raija	
[15]	1995 – 1 – Pekkarinen Anneli	
[14]	1994 – 1 – Hyttinen Marita	
[13]	1993 – 1 – Miettinen Unto	
[12]	1992 – 1 – Kess Pekka	
[11]	1991 – 2 – Keiski (e Kalliokoski) Riitta	
[10]	1991 – 1 – Tiihonen Eljas	
[09]	1989 – 1 – Junno Seija	
[08]	1988 – 1 – Vähä Pentti	
[07]	1985 – 1 – Kärkkäinen Paavo	
[06]	1984 – 1 – Manninen Markku	
[05]	1983 – 1 – Saukkonen Samuli	Tohtorin tutkinto vuodelle 1984
[04]	1982 – 1 – Leiviskä Kauko	
[03]	1979 – 1 – Jutila Esa	
[02]	1978 – 1 – Kiukaanniemi Eino	
[01]	1977 – 1 – Lantto Heikki	

2003 – 4 väitöskirjaa

[v 46] 2003 – 1 – **Lassi (e Pulkkinen) Ulla** (tekn.lis. 01) *Deactivation Correlations of Pd/Rh Three-way Catalysts Designed for Euro IV Emission Limits (Ikäntymiskorrelaatioista Euro IV -päästörajoihin suunnitelluilla Pd-Rh –kolmitoimikatalyyteillä)*. – väitöstilaisuus 28.02.2003 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Lassi U (2003) *Deactivation Correlations of Pd/Rh Three-way Catalysts Designed for Euro IV Emission Limits*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 180, ISBN 951-42-6953-5
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514269543/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Riitta Keiski; ohjaaja: prof. Riitta Keiski
4. Esittäneet: prof. Zinifer R Ismagilov & prof. Emilia Björnbohm
5. Vastaväittäjä: prof. Zinifer R. Ismagilov (Boreskov Institute of Catalysis, Novosibirsk, Venäjä)

Abstract

The aim of this thesis is the knowledge of the most relevant deactivation mechanisms of Pd/Rh three-way catalysts under different ageing conditions, the deactivation correlation of laboratory scale ageing and engine bench/vehicle ageings, and the evaluation of the deactivation correlation. In the literature review, the phenomena involved in the three-way catalyst operation and its deactivation are considered. In the experimental section, ageing-induced phenomena in the catalyst are studied and deactivation correlations between laboratory scale and engine bench/vehicle ageings are presented, based on the results of several surface characterization techniques. The effects of ageing atmosphere and temperature, and time are considered in particular.

Fresh and aged catalysts used in this study were metallic monoliths designed for Euro IV emission limits. Thermal ageings were carried out in the reductive, oxidative and inert atmospheres in the temperature range of 800°C to 1200°C, and in the presence of water vapour (hydrothermal ageing). The engine ageing was carried out in the exhaust gas stream of a V8 engine during a 40 hour period. The ageing procedure composed of rich and stoichiometric air-to-fuel ratios carried out consecutively. The vehicle ageing was accomplished under real driving conditions (100 000 kilometres).

According to the results, deactivation of a Pd/Rh monolith is a combination of several ageing phenomena. The most important deactivation mechanisms are the sintering of active phase, the collapse in surface area and ageing-induced solid-solid phase transitions in the bulk washcoat. Furthermore, poisoning is a relevant deactivation mechanism of the vehicle-aged catalyst. High ageing temperature, gas phase composition and exposure time are essential variables to the deactivation of a Pd/Rh three-way catalyst.

This thesis presents an approach to discover the deactivation correlation between the laboratory scale ageing and under the vehicle's operation in an engine bench or on-road. Based on the characterization results, the accelerated laboratory scale air ageing does not correspond to the ageing-induced changes in the catalyst under the vehicle's operation. Therefore, there is a need for a modified ageing cycle and according to the results, a deactivation correlation between the laboratory scale ageing and the engine bench ageing can be presented as a function of ageing temperature and atmosphere, and time. Instead, after the vehicle operation, the deactivation correlation cannot be presented based solely on the studied variables because, after 100 000 kilometres of driving, the role of poisoning should be taken into account in the ageing cycle.

The results of this thesis can be utilized and applied in the development of laboratory scale ageing cycles, which corresponds closely to the ageing-induced changes in the catalyst during the vehicle operation. This enables a rather fast testing of the catalyst's performance and reduces the cost during the manufacturing of catalysts.

Keywords: activity, ageing, catalyst, characterization, deactivation, hydrothermal, poisoning, TWC

[v 47] 2003 – 2 – **Rämö Jaakko** (tekn.lis. ??) *Hydrogen peroxide- metals- chelating agents; interactions and analytical techniques (Vetyperoksidi-metallit- kompleksinmuodostajat; vuorovaikutukset ja analyttiset tekniikat)*. – väitöstilaisuus 25.04.2003 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Rämö J (2003) *Hydrogen peroxide- metals- chelating agents; interactions and analytical techniques*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 183, ISBN 951-42-6974-8
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514269756/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Mika Sillanpää; ohjaaja: prof. Mika Sillanpää
4. Esittäneet: prof. Louis L. Edwards & prof. Dominique Lachenal
5. Vastaväittäjä: prof. Raimo Alén (Jyväskylän yliopisto)

Abstract

Information about interactions among metals, hydrogen peroxide and chelating agents is needed to develop environmental technology and the operating efficiency of modern elemental chlorine free and total chlorine free bleaching processes. The work presented here focused on the properties of metal chelates and corrosion of titanium in an alkaline hydrogen peroxide solution. A comparative study between three rapid analysis methods, ICP-AES, XRF and ISE, was performed in pulp matrix and error sources of ISE were investigated in detail. Sensitive and selective GC methods for chelating agents ADA and NTA in water matrices were developed.

Decomposition of ADA (percentage of residual 71) was observed already at the hydrogen peroxide anion level of 400 mg/l in which DTPA was more persistent (percentage of residual 94). EDTA was stable even in the hydrogen peroxide anion level of 1200 mg/l, in which its percentage of residual was 94. DTPA, EDTA and ADA were more soluble in the presence of iron and manganese than in the absence of these metals. The chelation of iron appeared to be thermodynamically limited in hydrogen peroxide bleaching conditions.

Unalloyed (Grade 2) and alloyed (Grade 5) titanium corroded at the hydrogen peroxide anion level of 200 mg/l. The presence of calcium and silica inhibitors and further iron and manganese enhanced the critical hydrogen peroxide anion levels. Grade 5 was inferior to Grade 2. During rapid uniform corrosion, the potential of unalloyed titanium was under 200 mV (SHE) and lower than that of platinum.

Over 90% of manganese and many other metals could be leached into aqueous phase for ICP-AES analysis using chelation or acid hydrolysis. An XRF method for manganese, iron and copper in pulp including little or no sample treatment was developed. Measuring temperature differences and atmospheric carbon dioxide were observed to be notable error sources of the ISE technique.

Keywords: bleaching, chelating agents, hydrogen peroxide, metals

[v 48] 2003 – 3 - **Sallanko Jarmo** (dipl. ins. 89) *Otsoni ja vetyperoksidi pohjaveden puhdistuksessa. – väitöstilaisuus 08.08.2003 – väitöskirjan kieli: suomi - monografia*

1. Sallanko J (2003) *Otsoni ja vetyperoksidi pohjaveden puhdistuksessa*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 185, ISBN 951-42-7047-9
2. <http://herkules oulu.fi/isbn9514270487/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Esko Lakso; ohjaaja: prof. Esko Lakso
4. Esittäneet: toht. Tuomo Hatva & toht. Esa Melin
5. Vastaväittäjät: TkT Esa Melin (SINTEF kjemi/vannrensing og VA, Trondheim, Norja) & dos. Jouko Peltokangas (Vaasan hallinto-oikeus, Vaasa)

Tiivistelmä

Pohjanmaan rannikkoseudun pohjavesille on tyypillistä korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet yhdistettynä suureen humuspitoisuuteen. Orgaaninen aine muodostaa pohjaveden raudan kanssa yhdisteitä, jotka vaikeuttavat vedenkäsittelyn toimintaa. Kyseisten vesien käsittely lähestyy yleensä perinteistä kemiallista pintavesilaitosta. Kuitenkin pienten ja keskisuurten vesilaitosten resurssieihin nähden täydellinen kemiallinen käsittely on kallis vaihtoehto. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää otsonoinnin ja vetyperoksidihapetuksen käyttökelpoisuutta näiden runsaasti orgaanista ainetta sisältävien vesien käsittelyssä.

Otsonoinnin yleisimmät sovellutukset ovat hajua ja makua aiheuttavien aineiden hapettaminen ja desinfiointi. Tässä tutkimuksessa selvitettiin otsonin käyttöä rauta- ja mangaanipitoisten pohjavesien käsittelyssä. Otsoni saa voimakkaana hapettimena vedessä olevan raudan ja mangaanin hapettumaan ei liukoiseen muotoon. Samalla keraasostui huomattava määrä orgaanista ainetta. Kuitenkin muodostuva sakka on joissain tapauksissa niin hienojakoista, että sen erottaminen perinteisin menetelmin on mahdotonta. Näiden ns. ongelmavesien käsittelyssä saatiin hyviä tuloksia otsonoinnin ja mikrosuodatuksen yhdistelmällä. Otsonointi nosti huomattavasti kaikkien tutkittujen vesien AOC-pitoisuutta.

Bromidipitoisuudet Suomen pohjavesissä olivat kohtuullisia. Pohjanmaan rannikkoseudun pohjavesien bromidipitoisuuksien mediaani oli 0,025 mg/l. Kaikilla vesillä käytännön otsoniannostuksilla syntyvät bromaattimäärät alittivat 10 µg/l raja-arvon. Bromaattiongelma ei ole este otsonikäsittelyn yleistymiselle Suomessa. Se on kuitenkin tiedostettava, varsinkin, jos otsonointi tehdään korkeassa pH:ssa.

Vetyperoksidi on vaihtoehtoinen kemikaali pohjaveden raudan hapettamiseen ja saostamiseen. Vetyperoksidia voidaan käyttää raudan saostamiseen ennen suodatusta. Mikäli muodostuva sakka on hienojakoista, voidaan sakanerotus tehdä mikrosuodatuksella tai käyttää hyväksi flokkauskemikaaleja.

Asiasanat: bromaatti, bromate, bromide, bromidi, groundwater, hydrogen peroxide, iron, mangaani, manganese, otsoni, ozone, pohjavesi, rauta, vedenkäsittely, vetyperoksidi, water treatment

[v 49] 2003 – 4 – **Rousu Päivi** (dipl.ins. 95) *Holistic model of a fibrous product of non-wood origin (Holistinen non-wood kuitutuotteen malli. - väitöstilaisuus 15.08.2003 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia*

1. Rousu P (2003) *Holistic model of a fibrous product of non-wood origin*. Oulu University Press: Oulu. ISBN 952-91-6036-4. (omakustanne)
2. <http://www.hallinto.oulu.fi/viestin/vaitost/Rousu.html> - 02.09.2003
3. Kustos: prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: prof. Bruno Lönnberg & dos. Kristiina Poppius-Levlin
5. Vastaväittäjä: prof. Bruno Lönnberg (Åbo Akademi)

Abstract

The utilization of non-wood materials as raw material for the pulp and paper industry is constrained by serious problems, mainly due to polluting discharges. These environmental problems are not easily solved without dramatic alterations or restructuring of the conventional process concepts. This work describes a new formic acid-based non-wood pulping process, which is able to solve the environmental problems inherent in non-wood pulping and the fibres produced with this process.

The objective of the work was: "The formal and holistic characterization of non-wood fibres prepared by a formic acid-based pulping method". The formal characterisation was carried out by utilising the PSSP language (acronym of *Purpose, Structure, State, Performance*). The aim of the experimental research was to obtain knowledge of the behaviour of non-wood fibres related, for instance, to pulping, bleaching and papermaking. The experimental part of the work addresses the following four research tasks: Characterisation of the impact of the most important issues (pulping, bleaching, etc.) on (1) the basic papermaking properties and on (2) the morphological properties of the fibrous product. (3) Characterisation of the behaviour of pulp and bleach plant filtrates in the bleaching process. (4) Characterisation of the behaviour of bleach plant filtrates in different treatment processes.

It was observed that, by varying the cooking conditions, the chemical composition of fibres could be adjusted independently within certain limits. Different chemical compositions affected the papermaking properties of non-wood fibres, including strength and dewatering. By adding other fibres into the furnish, the behaviour of the suspension and the properties of the paper could be modified considerably. The properties of mixed furnish did not follow the linear mixing rule. For instance, the strength properties of mixed furnish were often better than could be expected based on the original pulps. Also, the small-dimension non-wood fibres provided good surface and optical properties of the paper, which are especially important for fine paper grades.

The bleaching of non-wood fibres prepared by a formic acid-based pulping process differed from conventional pulps in, for instance, the chemical dosage and the reaction products. It was observed that alkaline hydrogen peroxide bleaching was effective in the system described here. Water from the bleaching filtrates, which contained dissolved silicates, could be recovered by precipitating silicates with acids, followed by mechanical separation or combined with evaporation.

The advantages of utilising the PSSP language were related to the purposive perspective, which helped in both process and product development. According to the experimental results, the properties of the final product can be customized in several ways, which means that non-wood pulp can be utilised in the papermaking process to produce high-quality paper.

Keywords: non-wood fibre, non-wood pulp, non-wood pulping, non-wood papermaking, PSSP language, formic acid, formic acid-based pulping method, TCF bleaching

2002 – 4 väitöskirjaa

[v 42] 2002 – 1 – **Isotalus Nina** (tekn.lis. 96) *Työväkivalta ja sen torjunta kaupan alalla. – väitöstilaisuus 05.04.2002 – väitöskirjan kieli: suomi - nippuväitöskirja*

1. Isotalus N (2002) *Työväkivalta ja sen torjunta kaupan alalla*, Työ ja ihminen tutkimusraportti 21, Työterveyslaitos, 215 s., ISBN 951-802-472-3
2. <http://www.occuphealth.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Julkaisut/Aiheen+mukaan/Tyoturvallisuus.htm> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: prof. Kaija Leena Saarela & prof. Seppo Väyrynen
4. Esittäneet: FT? Marita Hyttinen (If Teollisuusvakuutus Oy) & TkT, dos. Hannu Tarvainen (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto)
5. Vastaväittäjät: LT, prof. Hannu Virokannas (Oulun yliopisto) & TkT, dos. Hannu Tarvainen (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto, Helsinki)

Tiivistelmä

Väkivalta ja sen uhka työhön liittyvinä terveys- ja turvallisuusriskeinä ovat viime vuosina nousseet keskeiseksi huolenaiheiksi monella suomalaisella työpaikalla etenkin asiakaspalvelutyössä. Väkivalta voi olla fyysistä, kuten kiinni käymistä, lyömistä ja potkimista, tai henkistä, kuten sanallista uhkailua. Vakavimpia tilanteita ovat ryöstöt, ryöstön yritykset ja aseellinen uhkailu. Vaikka väkivalta tai sen uhka ei aiheuttaisikaan näkyviä vammoja, voi seurauksena olla psyykkisiä vaurioita ja pelkotiloja, jotka saattavat johtaa pitkiin poissaoloihin tai työkyvyttömyyteen.

Väitöskirja käsittelee työpaikan ulkopuolisten henkilöiden työntekijöihin kohdistamaa fyysistä väkivaltaa ja sen torjuntaa. Tutkimuksessa selvitettiin työtaturmatilastosta väkivaltaan liittyvien työtaturmien määrä sekä riskialat vuosina 1994–1999. Tarkemmin paneuduttiin kaupan alan väkivaltaongelmaan käymällä 22 liikkeessä sekä kyselyllä, johon saatiin vastaukset 500 kaupasta, kioskista, huoltoasemalta ja apteekista ympäri Suomen. Tutkimuksen pohjalta kehitettiin menetelmä väkivalta- ja uhkatilanteiden kartoitukseen ja hallintaan.

Jaksolla 1994–1999 työtaturmatilastoihin rekisteröitiin vuosittain keskimäärin 500 väkivaltatyötaturmaa. Selvästi eniten väkivalta- ja uhkatilanteita tapahtuu palvelualalla, terveydenhuollon- ja sosiaalialalla, kuljetus- ja liikennöinti- sekä kaupallisella alalla. Työntekijöiden määriin suhteutettuna eniten väkivaltatyötaturmia sattui hotellivirkailijoille ja vahtimestareille, joilla oli vuonna 1996 yli 37 kertaa suurempi riski joutua työväkivallan kohteeksi kuin kaikilla työntekijöillä keskimäärin. Muita työväkivallan riskiammatteja olivat kansi- ja konemiestistö, poliisit, vartijat sekä hovimestarit ja tarjoilijat. Työväkivaltaan liittyviä kuolemantapauksia sattui jaksolla 1990–1998 vuosittain keskimäärin kaksi. Suurin ryhmä oli poliisit.

Kaupan alan liikkeistä joka viides oli joutunut joskus ryöstön tai ryöstön yrityksen kohteeksi. Suurin riski on pienillä liikkeillä: joka kolmas kioskia ja joka neljäs lähimymälä oli joutunut ryöstön tai ryöstön yrityksen kohteeksi. Ryöstöriskiä lisäävät liikkeen sijainti kaupungissa, yksintyöskentely ja pieni henkilökunnan määrä. Teknisillä valvontalaitteilla ei ollut ryöstöjä vähentävää vaikutusta. Tutkimuksen mukaan kaupan alalla on useita kehittämisalueita: työntekijöiden pakoreitin varmistaminen ja kulunvalvonta, selkeät toimintaohjeet ja koulutus väkivalta- ja uhkatilanteisiin sekä henkisen jälkihoidon järjestäminen ja siitä tiedottaminen.

Tutkimuksessa kehitetyssä KAURIS-menetelmässä lähdetään liikkeelle työpaikan omista tarpeista ja otetaan työntekijät mukaan väkivallan torjunnan suunnitteluun. Menetelmässä kartoitetaan työpaikan riskit ja lähdetään parantamaan turvallisuutta tarkastelemalla työympäristöä, teknisiä turvajärjestelmiä, toimintatapoja, ohjeita, koulutusta, raportointia ja jälkihoidon järjestämistä. Menetelmää voivat käyttää apunaan yksittäiset työpaikat, viranomaiset, vakuutus- ja oppilaitokset sekä muut työväkivallan torjunnasta kiinnostuneet tahot. KAURIS-menetelmä vastaa hyvin työturvallisuuslain uudistuksen mukanaan tuomaan työnantajan velvollisuuteen järjestelmällisesti tunnistaa ja selvittää työpaikan vaaratekijät myös työväkivallan suhteen sekä suunnitella ja toteuttaa toimenpiteet työolosuhteiden parantamiseksi.

Avainsanat: työväkivalta, fyysinen väkivalta, uhkatilanne, työturvallisuus, työtaturma, torjunta, turvalaitteet, työympäristö

[v 43] 2002 – 2 – **Pongrácz Eva** (tekn.lis. 98) *Re-defining the concepts of waste and waste management: Evolving the theory of waste management (Jätteen ja jätehuollon käsitteiden uudelleenmäärittely: Jätehuollon teorian kehittäminen)* – väitöstilaisuus 25.09.2002 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Pongrácz Eva (2002) *Re-defining the concepts of waste and waste management: Evolving the theory of waste management*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 173, ISBN 951-42-6820-2
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514268210/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: prof. Paul S. Phillips & dos. Markus Olin
5. Vastaväittäjä: prof. Paul S. Phillips (University College Northampton, UK)

Abstract

In an attempt to construct a new agenda for waste management, this thesis explores the importance of the definition of waste and its impact on waste management, and the role of ownership in waste management. It is recognised that present legal waste definitions are ambiguous and do not really give an insight into the concept of waste. Moreover, despite its explicit wish of waste prevention, when according to present legislation a thing is assigned the label of a waste, it is going to be treated like waste, implicitly legislation thus amasses waste. The philosophical ramifications inherent in such definitions mean that they are not capable of constructing a system that, by its very nature, results in a sustainable waste management system. It is also a fact that, while there are numerous practices as to how to deal with a particular type of waste, there is no theory of waste management. In this thesis, waste as a concept is analysed from the point of view of why and when waste is created. Using the PSSP language, waste is classified based on the Purpose and Performance attributes. New, dynamic definitions for waste and waste management are offered, which explain why waste is created and intrinsically offer a solution to how the

problem could be solved. Additional waste-related concepts are introduced, which are thought to have great potential for improvement on waste regulation. The concept of ownership is explained as rights and responsibilities of waste creators/owners: it is thus crucial to raising awareness about waste. Ownership in itself often dictates which waste management options are preferentially adopted by a given community. The role of legislation in producing monitoring systems for the transfer of ownership as well as abandonment of ownership is analysed. To avoid obstacles to resource conservation due to materials being considered waste, a definition for non-waste is introduced. The new agenda for waste management thus focuses upon the development of more appropriate, sustainable definitions so that what is now commonly perceived as being waste will in fact be increasingly seen as resource-rich, 'non-waste'. The role of waste management is explained as control of all waste-related activities, with the aim of preventing, minimising or utilising waste. The need for a theory of waste management is explained, and the first building blocks of the theory are proposed. This thesis is offered as the first step toward scientification of waste management.

Keywords: definitions, non-waste, ownership, PSSP language, theory, waste, waste management

[v 44] 2002 – 3 – **Ahasan Rabiul** (tekn.lis. 94) *Occupational health, safety and ergonomic issues in small and medium-sized enterprises in a developing country (Työterveys, työturvallisuus ja ergonomia pienissä ja keskiuurissa yrityksissä kehitysmaissa)*. – väitöstilaisuus 09.10.2002 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Ahasan M R (2002) *Occupational health, safety and ergonomic issues in small and medium-sized enterprises in a developing country*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 172, ISBN 951-42-6811-3
2. <http://herkules oulu.fi/isbn9514268121/> - 21.08.2003
3. Kustos: Prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: prof. Seppo Väyrynen, prof. Hannu Virokannas & dos. Hannu Tarvainen
4. Esittäneet: prof. John D Abeysekera & dos. Anneli Pekkarinen
5. Vastaväittäjät: prof. John Abeysekera (Luleå University of Technology) & prof. Kaija Leena Saarela (TTKK)

Abstract

Data and information accumulated during several years of questionnaire and checklist surveys; site visits and walk-thorough investigations in some small and medium-sized enterprises provided the basis of this thesis. Seven articles are included in this thesis, dealing with workers' physical, physiological, cognitive and psychosocial issues. The data were collected on the target group of workers from different work sites in Bangladesh for a comprehensive assessment of tasks, jobs and ergonomic issues. Jobs and tasks were classified according to the job content and task activity they performed. Most of the subjects were interviewed and some of them volunteered for physiological tests to bring attention to their occupational exposure to potentially strenuous activities in a hot and humid climate.

The results showed that their working environment was non-ergonomic, not only because of the work-related problems themselves but also because of stressful tasks, extensive use of muscle force, old machinery, economic constraints, and a lack of enforcement of work regulations and labour legislation. The findings also demonstrated that the workers were associated with an increased risk of occupational hazards due to various local reasons. The results of the case studies give some insight towards a better understanding of health, safety and ergonomics applications that may contribute to bring working society together and initiate a broad-based improvement of the working environment in many developing countries like Bangladesh.

The practical concern of this thesis is to improve the design of the workstation as well as to improve a worker's safe manipulation of tools and equipment and control of machinery, critical posture, and so on. This thesis also attempts to contribute the author's own views and suggestions with the hope of drawing workers' and employers' awareness and public attention towards unsafe acts and conditions, and for increasing the implementation of work regulations and labour legislation. In order to discern probable solutions, this thesis implies a prerequisite of low cost engineering solutions in the small and medium-sized enterprises. As such, it outlines applications of locally available technology utilising practical knowledge, which also provide practical approaches so that work-tasks are less stressful but productive, and safe. So, to help ergonomic application to be effective, some technical measures appropriate for local environments are thus illustrated that can be directly implemented in the developing countries like Bangladesh to prevent and control work-related problems. However, the ultimate improvement will depend on the attitude of the people involved at all levels of an interactive system, while health and safety measures are introduced in synchronisation with local systems and/or existing environments.

Emphasising the workers' cognitive, psychosocial and socio-economic improvement through self-help and self-care strategies, this thesis also concludes with the belief that the attitude of the local workers, and an indifferent working culture are the arbiters of work-related problems. It is therefore essential that

a concrete implementation of locally available measures be made, establishing ergonomic changes in collaboration with all the parties concerned for particular job-tasks and work processes. To help initiate this process, a more work-thorough investigation is necessary through the guidance of co-ordinated research and studies. For this, an understanding of employers' attitudes and workers' involvement is essential; as well as having a grasp of the logic and reasoning behind workplace survey and the need for adequate injury records and work-related information.

Keywords: work-culture, ergonomics application, low-cost intervention, self-help, participatory action, job training, vocational education, sustainable workplace improvement

[v 45] 2002 – 4 - **Lindfors Juha** (tekn.lis. 93) *A Modern Learning Environment for Control Engineering (Säätö-
tekniiikan moderni oppimisympäristö) – väitöstilaisuus 21.12.2002 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia
(tohtorin tutkinto vuodelle 2003)*

1. Lindfors J (2002) *A Modern Learning Environment for Control Engineering*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 178, ISBN 951-42-6910-1.
2. <http://herkules oulu.fi/isbn951426911X/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Matti Linna & prof. Jari Multisilta
5. Vastaväittäjät: prof. Matti Linna (Vaasan yliopisto) & prof. Jari Multisilta (TTKK)

Abstract

Teaching in the university has been under pressure to change in recent years. On the one hand, there is financial pressure to decrease resources on the other, there is a need to keep quality and quantity of education offered high and to give due consideration to changes in technology and learning methods.

One response to these pressures has been to study if it is possible to build a learning environment for Control Engineering that is available to students virtually. It could help to distribute materials and facilitate overall communication, from course information through student feedback. It could also make studying more efficient by enabling better follow-up of learning and use of interactive functions.

The development of a Web-based learning environment for Control Engineering started from a simple model of learning theories and course content. This model was applied to that context, and an open learning environment was developed and implemented. The implementation is referred to as Control Web.

Functions were added to Control Web and tuned according to student feedback. The probe method was utilised in the validation. Two courses were subjected to under full validation in order to carry out validation for the whole system. Student feedback, grades, and credits during the years 1993 to 2000 were analysed. According to the results, the system implemented has performed well. However, the explicit influence of using the Web-based learning environment can be seen in only few cases; there are too many variables in the overall learning situation. The results and experiences yield an enhanced model for developing a learning environment and a tool that indicates a need to change course parameters.

Keywords: Control Engineering, learning, virtual learning environment

2001 – 8 väitöskirjaa

[v 34] 2001 – 1 – Röpelinen Jyrki (tekn.lis. 91) *Tuotantokentällä tehtävien toimenpiteiden vaikutus turvetuotannon valumavesien määrään ja laatuun. – väitöstilaisuus 26.01.2001 – väitöskirjan kieli: suomi - monografia*

1. Röpelinen J (2000) *Tuotantokentällä tehtävien toimenpiteiden vaikutus turvetuotannon valumavesien määrään ja laatuun*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 154, ISBN 951-42-5834-7
2. <http://herkules oulu.fi/isbn9514258355/> - 21.08.2003
3. Kustos: prof. Esko Lakso; ohjaaja: prof. Esko Lakso
4. Esittäneet: dos. Esko Kuusisto & dos. Harry Uosukainen
5. Vastaväittäjät: dos. FT Esko Kuusisto (Suomen ympäristökeskus) & prof. Tuomo Karvonen (TKK)

Tiivistelmä

Turvetuotantoalueiden valumavesien laatuun voidaan vaikuttaa monilla menetelmillä, joista tässä tutkimuksessa on keskitytty tuotantoalueiden sisäisiin toimenpiteisiin. Tutkimus jakautuu kolmeen osaan; pala- ja jyrtsinturvemenetelmän vertailuun, uudentyypisen salaoitusmenetelmän kehittämiseen sekä hakepatojen käyttöön ylivalumia tasaavana rakenteena.

Tuotantomenetelmätutkimuksessa verrattiin ominaisuuksiltaan samankaltaisia tuotantoalueita neljän vuoden aikana. Tuotantomenetelmällä ei havaittu olevan vaikutusta keskivalumiin, mutta palaturvetuotantoalueilla olivat valumahuiput pienempiä kuin jyrshinturvealueilla. Valumahuiput tasaantuvat palakoneen uriin varastoituvan veden ansiosta ja suurimmillaan urat voivat leikata valumahuippua jopa 25 mm. Jyrshinturvetuotanto lisäsi keskimääräisiä kokonaisfosforipitoisuuksia tilastollisesti merkitsevästi verrattuna palaturvetuotantoon ja lisäksi kiintoainepitoisuuden huippuarvot olivat suuremmat kuin palaturvealueella. Muiden pitoisuuksien keskiarvoihin tai vaihteluihin ei tuotantomenetelmällä ollut merkitsevää vaikutusta.

Tässä tutkimuksessa kehitettiin salaoitusmenetelmä, jossa käytetään kivikuitumateriaalista tehtyjä levyjä pystysalaojina. Tuotantokentältä tulevat sade- ja sulamisvedet johdetaan näiden pystysalaojien kautta salaojiin, jolloin tuotantoalueelta ei valu pintavesiä kokoojoihin. Tutkimus toteutettiin kahdella koalueella 6 vuoden aikana.

Salaoitus osoittautui tehokkaaksi kuivatusmenetelmäksi eikä turpeen vedenjohtavuus tai routa aiheuttanut ongelmia. Luonnontilaisilla soilla vaaditaan kuitenkin esikuivatus, jonka jälkeen varsinainen salaoitus voidaan suorittaa. Käytetty salaoitusmenetelmä tasaa valumia verrattuna avo-ojitettuihin alueisiin. Suuria ylivalumia ei oikein suunnitelluilla tuotantoalueilla esiinny lainkaan. Salaoitus pienentää kiintoainepitoisuuksia, COD-arvoja sekä värilukua ja korottaa rautapitoisuutta verrattuna avo-ojitukseen. Fosforin ja typen osalta tulokset vaihtelevat suuresti eikä selkeää eroa havaittu. Salaoitusalueella pitoisuuksien vaihtelu oli hyvin pientä eikä avo-ojitusalueiden kaltaisia pitoisuushuippuja esiintynyt. Tällä yhdessä tasaisten valumien kanssa on huomattava ympäristöhaittoja vähentävä vaikutus.

Hakepatojen käyttömahdollisuutta tutkittiin sekä sarkaojissa että ns. massansiirtoalueilla. Massansiirtoalueilla hakepatojen käyttö on onnistunut lupaavasti ja tutkimusta on jatkettu kehittämällä rakenteita edelleen toimintavarmemmiksi. Sarkaojissa hakepatojen käyttö osoittautui käytännön kannalta liian työlääksi.

Asiasanat: palaturvetuotanto, jyrshinturvetuotanto, kuivatus, salaoitus, massansiirto, hakepato, vedenlaatu.

[v 35] 2001 – 2 – **Ämmälä Ari** (dipl.ins. 94) *Fractionation of thermomechanical pulp in pressure screening – An experimental study on the classification of fibres with slotted screen plates.* – väitöstilaisuus 30.03.2001 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Ämmälä A (2001) *Fractionation of thermomechanical pulp in pressure screening.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 156, ISBN 951-42-5918-1
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn951425919X/> - 01.09.2003
3. Kustos: prof. Jouko Niinimäki; ohjaaja: prof. Jouko Niinimäki
4. Esittäneet: TkT Esko Härkönen & Dr Kari Luukko
5. Vastaväittäjät: Prof. Hannu Paulapuro (TKK) & TkT Esko Härkönen (UPM-Kymmene)

Abstract

Pressure screening, nowadays the most widely used method for cleaning pulp, has been traditionally investigated as a debris removal process. The aim of this thesis, however, was to study it with a view to the fractionation of pulps, examining systematically and extensively the effects of screening parameters on fractionation under actual working conditions in order to provide an insight into its possibilities and limitations as a fractionation method. The experimental work was performed with a full-scale two-stage pressure screen connected to an industrial TMP process. Fractionation of the pulp was analysed in terms of consistency, freeness, optical fibre length distribution, coarseness index and Bauer-McNett fractions. Two sampling systems were used during the screening experiments, manual and semiautomatic. The latter was assessed to be more reliable, as reflected in lower stochastic variation and the absence of a systematic bias in the mass balance errors over the screen. The poorer reliability of the manual sampling system was offset by the large number of screening tests, however.

The results of the screening experiments showed that with a given design of the screen plate, the separation of each fraction was dependent almost exclusively on the mass and volumetric reject rates. The mass flow of fines, defined as the Bauer-McNett P200 fraction, was dependent mostly on the volumetric reject rate, while the mass flow of fibrous fractions (R200, R50, R30, R16) depended mostly on the mass reject rate. The mass reject rate obtained in pressure screening was a result of the choice of operating parameters, but fractionation efficiency could not be affected by using different combinations of these parameters (feed consistency, rotor tip speed and slot velocity) if the mass and volumetric reject rates were kept constant. The slot width together with the contouring of the screen plate affected the fractionation efficiency as compared with the situation at constant mass and volumetric reject rate. Increased fractionation was obtained by reducing the slot width and contouring. The pulp passage ratio, which combines the mass and volumetric reject rates into one parameter, was found to be a expedient way of expressing the fractionation of pulp, as it was possible to present fractionation uniformly as a function of this ratio. The change in freeness was found to correlate quite well with that in Bauer-McNett

fractions, and it was a good indicator of fractionation efficiency in screening. Apart from fractionation according to length (or Bauer-McNett fractions), the slotted pressure screen was also found to classify the fibres according to their coarseness. The coarseness difference was partially dependent on the fibre length, but additionally the coarseness in the accept pulp for any given fibre length class was always lower than that in the reject pulp. The difference obtained seemed to depend on the passage ratio of the pulp.

This thesis provides new information for the modelling of pulp quality and the design of fractionation experiments, fractionation processes and screen room control strategies.

Keywords: TMP, Bauer-McNett fractions, coarseness, passage ratio, selectivity

[v 36] 2001 – 3 – **Kirvesoja Heli** (dipl.ins. 93) *Experimental ergonomic evaluation with user trials: EEE product development procedures.* – väitötilaisuus 20.04.2001 – väitöskirjan kieli englanti – nippuväitöskirja

1. Kirvesoja H (2001) *Experimental ergonomic evaluation with user trials: EEE product development procedures.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 157, ISBN 951-42-5936-X.
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514259378/> - 01.09.2003
3. Kustos: prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: Seppo Väyrynen
4. Esittäneet: dos. Kaija Leena Saarela & dos. Kari Häkkinen
5. Vastaväittäjät: dos. Kari Häkkinen (Sampo – Teollisuusvakuutus) & prof. Arto Verho (LTKK)

Abstract

The main difficulty in the usability evaluation of a product concept or a prototype is that it is very difficult to take reliably into account many different characteristics or attributes, which cannot be measured with the same unit, scale or instrument. Secondly, evaluation always involves some uncertainty. One can never be really sure that all the essential aspects that affect the final user emphasis are taken into consideration. This uncertainty can be decreased by involving diverse people in the evaluation process during R&D or, before the final decision, by elaborating the best ideas to a level at which they can be really used on a pilot scale in the field. Most often, though, the latter takes too much time and would result in many other problems. Evaluation can possibly be best enhanced by using enough involved people, i.e. various experts and especially end-users, who need or use the product in question. A key ingredient to the success of product development, in addition to ergonomic knowledge, is often thought to be active involvement of the intended product users by (1) measuring user-product interaction and (2) participation in design decisions. When a potential end-user experiments with the product, both quantitative and qualitative evaluation methods can be used. This thesis shows some methodological possibilities of evaluation, especially through simulation. It also describes in detail the practical phases of the experiments. For example, a lot of development was needed to find out how to communicate product alternatives and their concepts to (elderly) users. And most importantly, this thesis aims to give evidence of how the procedure called experimental ergonomic evaluation (EEE) should be feasibly implemented and statistically confirmed for significance and consistency.

A special focus in the experiments was placed on elderly end-users. Since the number of elderly citizens is increasing, there is a need for products to help the elderly live independently at their homes. Studying and understanding how users accomplish their tasks helps to identify their needs and to formulate implications for the design of technology to satisfy those needs. Thus, user studies conducted before beginning to design a new technology provide a proactive way of involving users in the design process. The first prototypes then enable usability studies, such as user trials. With an emphasis on usability engineering, trials can be developed into more feasible EEE procedures for industrial companies.

All the developed and applied EEE procedures were based on a user-centred approach with different user trial types (N = 15). The users as subjects (N = 264) performed as real tasks as possible and, based on their perceptions during the trials, gave their preferences or scored certain variables. The subjects were also observed and measured by the researcher. The products or other technologies in the trials comprised a total of 9 cases, ranging from "low-tech" steps and chairs to "high-tech" information and communication technology (ICT) applications. The perceived preference and observed performance measures were then combined. Different methods are needed simultaneously to make the results more accurate. The present EEE procedures proved to be cost-effective, efficient and sufficiently valid at least in a research context.

The EEE procedures ranged from subjective estimations, such as rating and ranking, to more complex multi-criteria methods that can be used to facilitate decision-making, such as conjoint analysis, Mitchell's paired comparison and use-value analysis. Objective evaluation was also used, including measurement of products and users as well various observations. Both experts and end-users (subjects) had their own important roles in the experiment. Based on this study, EEE procedures are easy to implement in industry for routine usability testing in the course of product development. EEE with its wide coverage yields more universal and absolute usability values, not only ones based on direct benchmarking.

Keywords: user-centred design, usability engineering, R&D, gerontechnology

[v 37] 2001 – 4 – **Kamula Riitta** (tekn. lis. 95) *Flow over weirs with application to fish passage facilities* (Kalateiden virtaustekniset ominaisuudet ja niiden suunnittelu). – väitöstilaisuus 01.06.2001 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Kamula R (2001) *Flow over weirs with application to fish passage facilities*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 158, ISBN 951-42-5976-9
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514259777/>
3. Kustos: Prof. Jussi Hooli; ohjaaja: prof. Jussi Hooli
4. Esittäneet: prof. Nallamuthu Rajaratnam & TkL Lauri Eskelinen
5. Vastaväittäjät: TkT Laila Hosia (Ympäristöministeriö) & prof. Tiit Koppel (Tallinnan teknillinen yliopisto)

Abstract

Fishways are hydraulic structures designed to dissipate the energy of flowing water in order to decrease water velocities and increase water depths. The history of fishways is long, the first written remarks date back to the 17th century. Fishway hydraulics, however, have been intensively studied only starting since the 1980's. Fishways have been classified into three main categories according to their hydraulic characteristics: pool-and-weir, vertical slot, and Denil fishways. Fishways are hydraulically complex structures, and thus designing tools for different fishway types have been developed. In this report, a new designing procedure has been established, and equations for each main fishway type have been suggested. In addition, flow conditions below different fishway types have been examined, and velocity distributions at weirs with V-shaped crests in both pool-and-weir fishways and at a single weir have been compared in different discharges and drops. Fishway flows have been compared with flows over single weirs.

Keywords: pool-and-weir fishways, vertical slot fishways, Denil fishways, fishway hydraulics, weir flow, fishway design

[v 38] 2001 – 5 – **Frantti Tapio** (tekn.lis. 95) *Timing of fuzzy membership functions from data*. – väitöstilaisuus 27.07.2001 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Frantti T (2001) *Timing of fuzzy membership functions from data*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 159, ISBN 951-42-6434-7
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514264355/> - 01.09.2003
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaajat: prof. Kauko Leiviskä & prof. Petri Mähönen
4. Esittäneet: prof. Jan Jantzen & prof. Janusz Kacprzyk
5. Vastaväittäjä: prof. Heikki Koivo (TKK)

Abstract

In this dissertation the generation and tuning of fuzzy membership function parameters are considered as a part of the fuzzy model development process. The automatic generation and tuning of fuzzy membership function parameters are needed for the fast adaptation and tuning of fuzzy models of various nonlinear dynamical systems. The developed methods are especially useful in automatic fuzzy membership function generation and tuning when dynamic of application area is fast enough to exclude manual tuning. The fuzzy model development process and development methods, modelling environment and nature of application area as well as algorithm development parameters are extensively discussed, because each of them sets their own restrictions on the design parts and parameters used in the modelling. The developed methods have been applied in different kinds of applications (in forecasting the demand of signal transmission products, power control and code tracking of cellular phone system, fuzzy reasoning in radio resource functions of cellular phone systems), where other approaches are either very difficult or too time consuming to implement. The professional areas of the thesis are fuzzy modelling and control in telecommunications.

Keywords: fuzzy control, adaptivity, tuning, WCDMA

[v 39] 2001 – 6 – **Pesonen Lasse** (tekn.lis. 90) *Implementation of design to profit in a complex and dynamic business context* (Kannattavuussuunnittelun käyttöönotto nopeasti muuttuvassa ja monimutkaisessa liiketoimintaympäristössä). – väitöstilaisuus 17.08.2001 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Pesonen L (2001) *Implementation of design to profit in a complex and dynamic business context*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 160, ISBN 951-42-6449-5
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514264509/> - 01.09.2003

3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Josu Takala & prof. Christer Carlsson
5. Vastaväittäjät: prof. Josu Takala (Vaasan yliopisto) & prof. Pekka Kess (Oulun yliopisto)

Abstract

The objective of this thesis is to demonstrate a design to profit procedure and its implementation in industrial case environment. The procedure is demonstrated as a way to improve profits in a global company. The essential elements of the procedure are product business case calculations and profit consciousness of employees. This study utilizes a combination of product life cycle analysis, advanced costing methods and multidimensional data processing for the product business case calculations. The combination is necessary for solving the research task.

The need of proactive design is emphasized in the telecommunications industry due to shorter and shorter product life cycles. However, traditional accounting methods do not support proactive design work sufficiently during the life cycle of the products. The design to profit procedure has been created to help business managers to solve following problems:

1. How to proactively ensure the growth of business profits in the future?
2. How to prevent suboptimal decisions from being made in functional units and to promote overall profitability?
3. How to judge the profitability of new product programs within a company?
4. How can we ensure an adequate level of cost consciousness and profitability-driven targets for the company's key employees?

This study presents and discusses the construction of the procedure and describes its elements, implementation and use in practice. The argumentation is illustrated by case studies. This method has benefits, especially when the product life cycles are short and the market competition strong.

The design to profit procedure is a proactive mind set or thinking pattern. This system makes the employees aware of the importance target profitability and especially target costing. There is no decision support system that could guarantee the profitability of business. Cautious utilization of the system results and common sense are required to achieve continuous growth of business profits.

Keywords: product life cycle management, industrial economics, target costing, system engineering, telecommunications industry, decision support, multidimensional analysis

[v 40] 2001 – 7 – **Pasanen Antti** (dipl.ins. 95) *Phenomenon-Driven Process Design methodology. Computer implementation and test usage (Ilmiö-pohjainen prosessisuunnittelun metodologia. Tietokoneimplementaatio ja testaus).* – väitöstilaisuus 08.09.2001 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Pasanen A (2001) *Phenomenon-Driven Process Design methodology. Computer implementation and test usage.* VTT Chemical Technology, Espoo. 140 p. + app. 26 p. VTT Publications : 438 ISBN 951-38-5854-5
2. <http://www.vtt.fi/inf/publications/2001/P438.pdf> - 01.09.2003
3. Kustos: Prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjä: prof. Endre Rev (Budapestin teknillinen yliopisto)

Abstract

This work focuses on how to develop a generic computer tool support for a design methodology proposed for chemical engineering purposes. The applied methodology is called *Phenomenon Driven Process Design Methodology* (PDPD), and the formal language of the methodology is called PSSP language (an acronym for Purpose, Structure, State and Performance attributes). The focus of this work is divided into two theses

1. *Multi-characteristic and creative chemical process research and development work can be supported in a systematic manner – based on PDPD – and implemented as a computer system.*
2. *The use of this computer system is expected to result in comprehensive process models and modelling work with efficient documentation and data management. These are prospective advantages for any chemical engineering R&D organization.*

The development tool is tested and evaluated by employing it in a few academic and industrial pilot projects, but the methodology has not been taken into practice by industrial companies. The introduced

test cases illustrate the formalization of research data and knowledge of both the project and process models. The test cases also illustrate a phenomenon-driven way to argument process models and project management. The analysis and argumentation of both the developed tool and the test cases are written transparently for discussion. In addition, the usage and characteristics of the meta-level tool for capturing the methodology is analyzed in an open-formatted way. The use of the developed prototype application is expected:

- a) to save project meeting time and improve meeting performance,
- b) to enhance data and knowledge exchange among project staff,
- c) to improve project and process model data retrieval,
- d) to ease the utilization of various process modelling software and
- e) to improve the comprehension of the linkages between numerical results, conceptual process models and the set project goals.

The research work behind this thesis has been carried out during 1994 to 2000. PDPD and PSSP-based research work for building computer tool support are still ongoing.

Keywords: research and development; process design; systematization; conceptual design; models; modelling; simulation; computer tools; PSSP; chemical engineering

[v 41] 2001 – 8 – **Anttila Juha** (dipl.ins. 97) *Catalytic Activity of Formic Acid – Application in the Development of Pulping Processes Based on Formic Acid (Muurahaishapon katalyyttinen aktiivisuus – soveltaminen muurahaishappopohjaisten selluloosan valmistusprosessien kehityksessä)*. – väitöstilaisuus 15.09.2001 – väitöskirjan kieli: englanti - monografia

1. Anttila J (2001) *Catalytic Activity of Formic Acid – Application in the Development of Pulping Processes Based on Formic Acid*. Oulu: Oulu University Press. ISBN 952-91-3811-3. (omakustanne)
2. -
3. Kustos: Prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: prof. Raimo Alén & dos. Antti Vuori
5. Vastaväittäjä: dos. Antti Vuori (Kemira Agro Oy)

Abstract

This thesis describes part of the work that has been done to develop a novel chemical pulping process based on formic acid. This development work has been necessary, because the utilization of nonwood materials by conventional technologies has turned out to be ecologically and economically unsustainable. The utilization of nonwood materials is beneficial because they are available in abundance worldwide, while the forest resources are diminishing.

Formic acid is a thermally unstable compound and, during delignification, the major compounds of lignocellulosic material react with formic and acetic acids into corresponding esters. For these reasons, decomposition of formic acid and esterification of lignocellulosic material may cause considerable losses of formic acid and hence impair the feasibility of pulping processes based on formic acid. The main aim in the present work was to solve these problems and to construct a process model implying solutions to these problems.

Both the decomposition of formic acid and the ester reactions of lignocellulosic material were studied experimentally. The decomposition of formic acid was studied in conditions typical for chemical pulping processes based on formic acid, i.e. in moderately concentrated aqueous solutions. Esterification was studied during formic acid delignification of common reed. Ester hydrolysis of cellulose and constituents of black liquor were studied in aqueous mixtures of formic and acetic acids.

According to the results, water inhibits all the studied reactions, while formic acid catalyzes them by two competing mechanisms:

1. catalysis by oxonium ions formed from the dissociation of formic acid and
2. catalysis by undissociated formic acid molecules.

However, the decomposition of formic acid was so slow that it may be considered virtually negligible in pulping processes based on formic acid. In the experiments, the esters of both cellulose and constituents of black liquor were hydrolyzed almost completely. These results provide a kinetic basis for designing reactors for recovering formic and acetic acids bound as esters.

The results were utilized to construct a process model operating with minor losses of formic and acetic acids. The model was constructed using a novel tool for process synthesis and analysis. The tool was

based on the integration of an implemented novel process design methodology and a mathematical solver, *Mathematica*. According to the model, the necessary hydrolysis of formate and acetate esters may be realized in aqueous solutions of formic acid without any addition of external chemicals or process flows. Such a process model enhances the attractiveness of pulping processes based on formic acid and presumably brings the realization of a sustainable nonwood pulp mill one step closer.

Keywords: formic acid, catalysis, pulping, decomposition, ester hydrolysis

2000 – 2 väitöskirjaa

[v 32] 2000 – 1 – **Karppanen Erkki** (DI 85?) *Advanced control of an industrial circulating fluidized bed boiler using fuzzy logic.* – väitöstilaisuus 04.02.2000 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Karppanen E (2000) *Advanced control of an industrial circulating fluidized bed boiler using fuzzy logic*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 145, ISBN 951-42-5518-6
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514255194/> - 29.08.2003
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: TkT Timo Hyppänen & TkT Enso Ikonen
5. Vastaväittäjät: TkT Timo Hyppänen (Foster Wheeler Energia Oy, Karhula) & prof. Heikki Koivo (TKK)

Abstract

Circulating Fluidized Bed (CFB) boilers are widely used for multi-fuel combustion of waste and bio-fuels. When several non-homogeneous fuels, having varying heat values, are burned simultaneously, the boiler control system can be affected by various control challenges, especially since it is not feasible to reliably measure the energy content of the multi-fuel flow. In order to fulfill energy production needs and maintain the ability to burn low grade fuels, co-firing with high heat value fuels such as gas, oil or coal is needed.

Fuzzy Logic Control (FLC) has been successfully used for solving control challenges, where operators' process expertise can be transformed into automation. Real life control objects are often non-linear because the dynamics change with the operating point, or there might be other essential non-linearities in the combustion process.

The proposed fuzzy control applications were developed to solve control challenges the operators meet in daily operation of a 150 MW(th) CFB at Varenso Oy's (Stora Enso Oyj) K6 boiler in Varkaus Finland. Before implementing the applications in the fullscale boiler, they were tested at a 2 MW(e) pilot plant boiler at Foster Wheeler Energia Oy's Research Center in Karhula, Finland.

According to the industrial experiments, the four applications (steam pressure control, compensation of fuel quality fluctuation, fuel-feed optimization and increased bed inventory monitoring) discussed in this thesis, showed satisfactory performance and various improvements to the boiler control were achieved. Fuzzy logic control was shown to be a notable tool to improve the multi-fuel CFB boiler control.

Keywords: optimization, multi-fuel combustion, steam pressure control

[v 33] 2000 – 2 – **Muurinen Esa** (tekn.lis. 94) *Organosolv pulping - A review and distillation study related to peroxyacid pulping.* – väitöstilaisuus 30.06.2000 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Muurinen E (2000) *Organosolv pulping*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 146, ISBN 951-42-5660-3.
2. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514256611/> - 29.08.2003
3. Kustos: prof. Jorma Sohlo; ohjaaja: prof. Jorma Sohlo
4. Esittäneet: prof. Juhani Aittamaa & Dr Jorma Sundquist
5. Vastaväittäjä: prof. Juhani Aittamaa (TKK)

Abstract

More than 900 papers related to organosolv pulping have been reviewed in this thesis. From the information included in those papers it can be concluded that organosolv pulping processes are still in a developing stage and are not yet ready to seriously threaten the position of the kraft process as the main pulp manufacturing process in the world.

Distillation seems to be the main alternative as the process for recovering the solvent in organosolv pulping. A good reason for this is that using simple distillation no potentially harmful components are introduced to the process.

The effect of feed composition on the operation of a separation sequence in an organosolv process using aqueous formic and acetic acids and corresponding peroxyacids was studied. When simple

distillation was used as the separation method the effect was found to be significant. The non-ideal nature of the formic acid-acetic acid-water mixture, which separation was studied, makes the ternary composition space to divide into four distillation regions. Which region the feed is located in, obviously determines the economy of the distillation sequence.

Shortcut calculation methods cannot be recommended to be used for designing a distillation sequence for the ternary mixture studied, but they give useful information for the comparison of such sequences. They were used to choose a limited number of alternatives for studies with rigorous calculation methods.

Minimum work of separation can also be used to make a satisfying estimate for the relative easiness of separation of the formic acid-acetic acid-water mixture.

Thermal integration using pinch technology was also tested and found very useful for decreasing the thermal energy consumption of distillation processes.

Thermodynamic efficiencies for separating the formic acid-acetic acid-water mixture by simple distillation were estimated. They were found to be lower than the average value for distillation presented in literature.

Keywords: acetic acid, formic acid, solvent recovery, pinch analysis

1999 – 4 väitöskirjaa

[v 28] 1999 – 1 – **Tanskanen Juha** (dipl.ins. 92) *Phenomenon driven process design – Focus on multicomponent reactive and ordinary distillation.* – väitöstilaisuus 27.02.1999 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Tanskanen J (1999) *Phenomenon driven process design.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 132, ISBN 951-42-5144-X
2. <http://herkules oulu.fi/isbn9514251458/> - 29.08.2003
3. Kustos: prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: prof. Jack Ponton & prof. Tapio Westerlund
5. Vastaväittäjä: prof. John Ponton

Abstract

This thesis describes part of the work that has been done in the Chemical Process Engineering Laboratory of the University of Oulu to systematize conceptual process design. The aim has been to develop a design methodology, i.e. how process design is done, based on a carefully elaborated concept analysis. The starting point has been that all the knowledge related to process design, i.e. not only the procedural knowledge related to the design activity itself, but also the declarative knowledge related to the design target (process) and the environment (project) in which the design is done, should be systematized. The process design methodology can be represented within a single formalism by treating the activity, target and resources as structural parts of the project object. In that case, each design decision becomes properly constrained by the goal and the resources available, and is also stored together with the domain knowledge on which the decision was based. This holistic approach was adopted when the phenomenon driven process design methodology was built to systematize chemical process development while simultaneously supporting creativity.

This thesis concentrates on knowledge generation activity as part of the phenomenon driven process design methodology. A brief description of the generic chemical process object model is presented, after which the focus is on the design activity and the strategy of design. The phenomenon driven process design of an MTBE production process is described as an illustration of the methodology. It is shown how combinations of reaction and separation, such as reactive distillation, evolve naturally during a design project.

For the evaluation of attainable state distributions, which is an important design task implied by the methodology, a robust method was developed to solve the modified MESH equations of reactive distillation. The method was also applied when developing a rigorous calculation method for the determination of minimum energy demand of multicomponent distillation.

Keywords: design methodology, homotopy continuation, minimum reflux

[v 29] 1999 – 2 – **Hooley Patrick** (B.Sc.) *Reduction and High Temperature Behaviour of Iron Ore Sinter Made From Magnetite Fines.* – väitöstilaisuus 10.04.1999 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Hooley Patrick (1999) *Reduction and High Temperature Behaviour of Iron Ore Sinter Made From Magnetite Fines.* Raabe: ProPrint Raahen Kirjapaino Oy. ISBN 952-91-0780-3. (omakustanne)
2. –

3. Kustos: prof. Jouko Härkki; ohjaaja: prof. Jouko Härkki + muita
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjä: Dos. FT Martti Lehtinen (Helsingin yliopisto) & prof. Jitang Ma

Abstract

Iron ore sinters made from predominately magnetite fines were prepared and the mineralogical composition studied in detail. The effects of mineralogy on the reduction and high temperature behaviour are evaluated for high iron content sinters with CaO/SiO₂ ratios ranging from 1.2 to 1.8, MgO contents ranging from 0.7% to 2.5% and Al₂O₃ contents ranging from 0.6% to 1.1%. The objective of the study is to determine how changes in sinter mineralogy and chemistry could improve the blast furnace process.

The dominant phases in this type of sinter are recrystallised magnetite and recrystallised hematite, both in a vitreous slag matrix. Calcium ferrite content is low, generally less than 5 vol. %.

The main results show that the CaO/SiO₂ ratio should be set to balance between a highly reducibility sinter and a sinter with congruent slag meltdown properties with little high melting point material remaining after reduction. A high CaO/SiO₂ favours formation of highly reducible hematite in sinter, and also increases the reducibility of recrystallised magnetite through formation of pores in recrystallised magnetite and in surrounding vitreous slag during reduction. The porosity of vitreous slag increases during crystallization to dicalcium silicate as CaO migrates from adjacent secondary magnetite during reduction. The location and distribution of the CaO in the sinter can be measured by the distribution of calcium ferrite. MgO and Al₂O₃ have little influence on reducibility in the ranges studied, although a high MgO content favours a high magnetite content in sinter. Low pressure drop at high temperature is linked to high melting point mineral formation – especially dicalcium silicate. MgO lowers the high temperature pressure drop by removing residual FeO from the formation of low melting Ca-Fe olivine. Congruency of slag melting was shown to be improved by adjusting the alumina level in the sinter to promote melilitic slag composition in mixtures of sinter and acid pellets. The meltdown behaviour must be considered in conjunction with other burden materials.

Increasing the level of hydrogen in reducing gas increases the primary melting temperatures of slag and lowers the high temperature pressure drop through the bed, with a stronger effect on pressure drop for higher capacity sinters. The effect can be inferred to be from improved reduction, especially at high temperatures, which leaves less FeO available for the formation of Ca-Fe olivine.

Keywords: -

[v 30] 1999 – 3 – **Dahl Olli** (tekn.lis. 95) *Evaporation of acidic effluent from kraft pulp bleaching, reuse of the condensate and further processing of the concentrate.* – väitöstilaisuus 07.05.1999 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Dahl O (1999) *Evaporation of acidic effluent from kraft pulp bleaching, reuse of the condensate and further processing of the concentrate.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 135, ISBN 951-42-5208-X
<http://herkules.oulu.fi/isbn9514252098/> - 29.08.2003
2. Kustos: prof. Hannu Kuopanportti; ohjaaja: prof. Hannu Kuopanportti
3. Esittäneet: prof. Raimo Alén & Dr Erkki Kiiskilä
4. Vastaväittäjä: TkT Liva Söderhjelm (Helsinki)

Abstract

Environmental concern and tighter public regulations have created new pressures to reduce effluent loading from kraft pulp bleaching during the past decades. This trend has forced both pulp mills and the related engineering industries to develop and optimise equipment for the pulping processes which fulfils these demands. New pulp washers and washing systems connected with the introduction of new oxygen-based reagents have in particular provided considerably improved tools for reusing process water and thereby essentially reducing effluent discharge or even allowing the implementation of a totally closed water circulation system in kraft pulp bleaching.

This study was performed mainly on a laboratory scale at the University of Oulu, but some pilot-scale tests were also performed to confirm the findings of the laboratory-scale evaporation test. Another aim of the pilot-scale tests was to produce enough concentrate for further processing. Conditions were strictly controlled in all the experiments in order to ensure that conclusions could be reached regarding the phenomena examined.

The results reported here indicate that the amounts of transition metal ions such as iron, copper or manganese in the process water or water to be recirculated should be kept as low as possible during chlorine dioxide or peracetic acid bleaching, as even a small amount (<<5 ppm) markedly reduced pulp quality and increased reagent consumption. The results also show that evaporation can be used as a method for purifying acidic effluent from both chlorine dioxide and peracetic acid bleaching, and that the

resulting condensates were free of transition metals and clean enough for reuse in both bleaching processes. The purity of the condensates was further improved by neutralising the feed pH of the acidic effluents from the bleach plant before evaporation. The results also indicate that the chloride ions in the concentrate arising from evaporation of the acidic effluent from chlorine dioxide bleaching can be removed by a combined acidification/re-evaporation system.

Keywords: water circulation, closed systems, wastewater, purification

[v 31] 1999 – 4 – **Yliniemi Leena** (tekn.lis. 76) *Advanced control of a rotary dryer*. – väitötilaisuus 29.06.1999 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Yliniemi L (1999) *Advanced control of a rotary dryer*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 138, ISBN 951-42-5280-2
2. <http://herkules oulu.fi/isbn9514252810/> - 29.08.2003
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaajat: prof. Kauko Leiviskä & prof. Paavo Uronen
4. Esittäneet: ap.prof. António Dourado Correia & prof. Sirkka-Liisa Jämsä-Jounela
5. Vastaväittäjä: prof. Sirkka-Liisa Jämsä-Jounela (TKK)

Abstract

Drying, especially rotary drying, is without doubt one of the oldest and most common unit operations in the process industries. Rotary dryers are workhorses which are easy and reliable to operate, but neither energy-efficient nor environmentally friendly. In order to conform better to the requirements of modern society concerning working conditions, safety practices and environmental aspects, the development of control systems can provide opportunities for improving dryer operation and efficiency.

Our in depth understanding of rotary drying is poor, because it is a very complex process that includes the movement of solids in addition to thermal drying. Thus even today rotary dryers are controlled partly manually, based on the operator's "eye" and experience, and partly relying on conventional control methods. The control of a rotary dryer is difficult due to the long time delay, which means that accidental variations in the input variables can disturb the process for long periods of time before they are reflected in the output variables. To eliminate such disturbances at an early stage, increasing interest has been shown in more sophisticated control systems such as model-based constructs, fuzzy logic and neural nets in recent years. Although it has proved difficult and time-consuming to develop model-based control systems, due to the complexity of the process, intelligent control methods based on fuzzy logic and neural nets offer attractive solutions for improving dryer control. These methods make it possible to utilize experience, knowledge and historical data, large amounts of which are readily available.

The aim of this research was to improve dryer control by developing new hybrid control systems, one consisting of a fuzzy logic controller (FLC) and PI controller and the other of a three-layer neural network (NN) and PI controller. The FLC and NN act as supervisory controllers giving set points for the PI controllers. The performance of each was examined both with simulations and in pilot plant experiments. The pilot plant dryer at the University of Oulu closely resembles a real industrial situation, so that the results are relevant. Evaluation of these results showed that the intelligent hybrid controllers are well suited for the control of a rotary dryer, giving a performance in which disturbances can be eliminated rapidly and operation of the dryer can thereby be improved, with the aim of enhancing its efficiency and environmental friendliness.

Keywords: rotary drying, fuzzy logic, neural network, hybrid control

1998 – 5 väitöskirjaa

[v 24] 1998 – 1 – **Kuopanportti Hannu** (tekn.lis. 85) *On the kinetics of conditioning in the flotation of pyrite and chalcopyrite ores*. – väitötilaisuus 20.03.1998 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Kuopanportti H (1998) *On the kinetics of conditioning in the flotation of pyrite and chalcopyrite ores*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 114, ISBN 951-42-4799-X
2. –
3. Kustos: prof. Sakari Kurronen (emeritus); ohjaaja: prof. Sakari Kurronen
4. Esittäneet: prof. Heikki Lantto & dos. Jaakko Leppinen
5. Vastaväittäjä: FT, dos. Jaakko Leppinen

Abstract

Sulphide ores are made hydrophobic for flotation using xanthates in conditioning, which begins with a grinding process and ends when a gas bubble catches a mineral grain in a flotation cell. The recovery of flotation basically depends on the rate of flotation and, therefore, on the rate of xanthate adsorption and the residence time of a grain in the conditioning process. Because the rates and the mechanisms of adsorption differ with sulphide minerals and with conditions in conditioning, use of the kinetics of xanthate adsorption to control the recovery and grade is expected to be possible. So far, few studies have examined the kinetics of adsorption.

This study presents basic data on the kinetics of conditioning pyrite and chalcopyrite ores and factors affecting the data. If the surfaces are not too oxidized, xanthate adsorbs electrochemically on pyrite and, in most cases, also on chalcopyrite through the reduction of dissolved oxygen. Theoretical rate equation is derived on the basis of a mixed potential theory. Pre-treatment conditions, i.e. grinding conditions, oxygen concentration, pulp potential and pH, are key factors determining the kinetics of conditioning.

According to the results, it is possible to control the redox potential of the ore suspension by changing the grinding medium and by adjusting the dissolved oxygen concentration of the pulp. The effect of the grinding medium and oxygen concentration is most distinct when only the oxygen concentration is low. The dissolved oxygen concentration has a strong influence on the rate of xanthate adsorption both on pyrite and chalcopyrite.

The kinetic results supported the theoretical rate equation. The experimental adsorption reaction orders with respect to hydrogen ion, dissolved oxygen and xanthate ion concentrations are consistent with theoretical values. With chalcopyrite, the experimental reaction orders are generally slightly larger than the theoretical values. By making use of conditioning kinetics and the effect of pretreatment on them, the possibilities exist for improving the recovery of pyrite and chalcopyrite, both on the grounds of theoretical and practical aspects.

Keywords: sulphide mineral, xanthate, adsorption, oxygen reduction

[v 23] 1998 – 2 – **Kovács Jenő** (tekn.lis. 94) *Model reference adaptive PIP control algorithms – Application to boiler drum control.* – väitöstilaisuus 27.03.1998 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Kovács J (1998) *Model reference adaptive PIP control algorithms*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 112, ISBN 951-42-6002-3
2. –
3. Kustos: prof. Urpo Kortela; ohjaajat: prof. Urpo Kortela & prof. Imre Szabó
4. Esittäneet: prof. Najim Kaddour & prof. Raimo Ylinen
5. Vastaväittäjät: prof. Kaddour Najim (Ranska) & Dr György Lipovszki (Unkari)

Abstract

The integration of the Personal Computer (PC) into the process automation system has the great advantage of using the available PC-designed software to create man/machine interface and control structures, which requires complex and heavy mathematical computations. The new hardware background increases the demand for discrete-time control design and applications. This thesis introduces a new discrete-time adaptive controller and its application from the process modeling to the simulation experiments. The algorithms and methods used in this thesis were developed for discrete-time control design.

The Non-Minimal State-Space (NMSS) representation of a process gives the basis to derive State Variable Feedback (SVF) controllers. The Proportional-Integral-Plus (PIP) control is one of those. The PIP control – developed for control problems in discrete-time domain – has been improved using model reference structure and adaptive computation algorithms. Direct and indirect model reference adaptive PIP control have been developed. The control structure, in industrial applications, is always affected by various constraints. Control input (rate and level) constraints were considered and their effect was studied. A solution to decrease and discard those effects has been developed. The Independent Tracking and Regulation (ITR) controller (similar to the PIP) has been examined in pilot plant applications. The advanced PIP schemes were tested in simulation experiments. The process to be controlled was the power-plant boiler drum. The boiler model is based on chemical and physical phenomena and certain geometries. Both mathematical and transfer function models are introduced. The application of both model reference adaptive PIP control schemes have been tested in simulation experiments using the phenomenological boiler model.

Keywords: modeling, discrete-time control, constraints

[v 25] 1998 – 3 – **Ketonen Matti** (tekn.lis. 92) *Benefit assessment of automation investments in chemical process industries.* – väitöstilaisuus 17.04.1998 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Ketonen M (1998) *Benefit assessment of automation investments in chemical process industries*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 117, ISBN 951-42-4813-9
2. –
3. Kustos: prof. Urpo Kortela; ohjaaja: prof. Urpo Kortela
4. Esittäneet: prof. Markku Hurme & prof. Pentti Lautala
5. Vastaväittäjät: prof. Pentti Lautala (TTKK) & TkT Antti Kaunonen (Valmet Automation, Tampere)

Abstract

Investments form the basis for the strategic development of an enterprise. The development of automation offers opportunities to support many strategic targets that the enterprise may have. While profitability remains the most important goal for a company acting in well established market economy, strategic issues such as utilization and involvement of employees, environmental considerations, quality of work and product etc. are difficult to measure in monetary terms.

Traditionally, automation engineers are experts in their highly technical area. On the other hand, the requirement of understanding the production and business processes as well as human factors is increasing. As the automation level of the production process increases and it becomes more and more integrated with its surroundings, it is more difficult to justify automation investments with straight-forward calculations with easily defined technical realization. Therefore, it is necessary to involve people from different disciplines in development investment proposals to achieve the best possible benefit/cost-ratio for the investment.

In this work the decision making environment for automation investment is studied. The need for simple and easily understandable tools for presenting different benefit sources is shown. Benefits of Automation Matrix (BAM) is presented as a tool for collecting, screening, presentation and follow-up of development ideas during the pre-design and realization of automation investments. Several industrial examples are given to clarify its use.

Keywords: strategic goals, benefits, human involvement

[v 26] 1998 – 4 – **Niinimäki Jouko** (dipl.ins. 93) *On the fundamentals of pressure screening – An experimental study of conditions and phenomena in the screen basket. – väitöstilaisuus 23.10.1998 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja*

1. Niinimäki J (1998) *On the fundamentals of pressure screening*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 124, ISBN 951-42-5027-3
2. –
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Hannu Paulapuro & TkT Esko Härkönen
5. Vastaväittäjät: prof. Hannu Paulapuro (TKK) & TkT Leena Paavilainen (Jaakko Pöyry Oy, Vantaa)

Abstract

Pressure screening is a unit process designed to divide pulp, i.e. dispersion containing wood fibres, continuously into two flows which differ in their average properties. Pressure screens have found widespread use in the pulp and paper industry, and pressure screening is nowadays the major method for fractionating pulp and removing debris from the flow in pulp mills and paper machines. Despite rapid improvements in screening technology, the fundamental theory of screening has remained ambiguous, possibly due to the extremely complicated laws governing the hydrodynamics of filtration and the separation mechanisms. The aim of this thesis is to describe conditions in the pressure screen and phenomena which affect its performance.

The experimental work reported on here was performed in a pressure screen inserted in the stock preparation pilot plant at the University of Oulu. Despite the almost laboratory-scale pressure screening unit used here, the results achieved are mostly applicable directly to industrial screens, although the small size of the pressure screen means that only qualitative findings can be presented.

The properties of the pulp were found to undergo a change in the screen basket. As water and fines flow easily through the fibre network and the centrifugal force presses the network more consistently near the periphery of the screen basket, the quantities of coarse and long fibres were found to increase radially towards the screen surface. An exception to the general trend was the boundary layer on the screen surface, which contained a lot of fines. This is due to a backflow of water and fines from the accept chamber as a result of the suction function of the hydrofoil. The tendency for the pulp properties to undergo a change in the axial direction in the screen basket depends on the flow conditions there and the properties of the screen surface, and primarily on the properties of the pulp itself. The oversized material evidently stays on the screen surface, but long fibres may also form flocs which are too large to penetrate the screen plate. Penetration by flocculated pulp requires sufficiently turbulent conditions to disrupt the

flocs. Poorly turbulent conditions in the feed end of the basket may result in an accumulation of flocs at the beginning of the screen surface if the feed chamber is too small and the pulp does not accelerate to a sufficient velocity before it reaches the screen surface.

The most important phenomena which control the functioning of pressure screening are those that take place on the screen surface. The phenomena considered in this thesis are the pressure difference, pulsation and backflow from the accept chamber, microturbulence and fluidization at the screen surface, and the formation and disruption of the fibre mat. The most significant of these are backflow and fluidization by the microturbulence on the screen surface. Backflow is induced by negative pressure pulses which suck water and fines back into the screen basket from the accept chamber. This has two functions. Firstly it dilutes the pulp on the screen surface and thereby reduces the tendency for it to flocculate, and secondly it lifts the fibre mat and therefore keeps the apertures of the screen plate clear. The microturbulence caused by a profiled screen plate which fluidizes the pulp is perhaps an even more essential phenomenon on the screen surface than backflow, because fluidization allows individual pulp fibres to flow easily through the screen apertures.

Keywords: pulp and paper, stock preparation, cleaning, fractionation

[v 27] 1998 – 5 – **Penttinen Riitta** (dipl.ins. 94) *A decision support system for water protection in agriculture.* – väitöstilaisuus 29.10.1998 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Penttinen R (1998) *A decision support system for water protection in agriculture.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 126, ISBN 951-42-5038-9
2. –
3. Kustos: prof. Urpo Kortela; ohjaaja: prof. Urpo Kortela
4. Esittäneet: ap.prof. Esko Lakso & dos. Andrzej Kraslawski
5. Vastaväittäjät: prof. Esko Lakso (OY) & dos. Andrzej Kraslawski (LTTK)

Abstract

This research introduces a new approach to decision making where verbal, qualitative models are used as a model of the target process. These verbal, qualitative models are gained from the target process by dividing it into sub-processes, which are also then modeled verbally.

This new approach is applied in the decision making procedure as an example of its use. The target process of the example is agriculture and water protection. The model of agriculture was applied to the decision support system to help producers and authorities in selecting the proper water protection methods for a certain farm.

The decision support system, VESI, takes into account environmental efficiency, and economical, engineering and attitude aspects of water protection methods. Therefore the water protection methods which the system recommends are more probably used properly than they would be if some of these aspects would not be included in the decision making.

Observation data on the watercourse, verbal information on the production methods of agriculture and the watercourse of the area are the inputs of the system. The outputs of the decision support system are the quality of the watercourse at the present decision making moment, the direction of the quality changes, the causes of the watercourse condition and a list of proper methods for water protection on a farm.

The VESI decision support system uses fuzzy logic and multi-criteria analysis for determining the results. The determination of the watercourse quality uses rough defuzzification, where the worst quality class that the rule base proposes is the chosen one. The list of water protection methods is formed with fuzzy logic based on environmental efficiency. Then the list is organized based on economical, engineering and attitude factors with multi-criteria analysis.

The VESI system was programmed with C++ object oriented programming language in a Windows-environment. Therefore it is easy to modify, use and maintain.

The decision support system was tested on data from Rivers Iijoki and Oulujoki from the years 1987, 1992 and 1996 with information from fictional farms.

Keywords: qualitative models, fuzzy logic, multi-criteria analysis, object oriented programming

1997 – 2 väitöskirjaa

[v 21] 1997 – 1 – **Ilkonen Enso** (tekn.lis. 94) *Algorithms for process modelling using fuzzy neural networks.* – väitöstilaisuus 31.01.1997 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Ikonen E (1996) *Algorithms for process modelling using fuzzy neural networks*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 95, ISBN 951-42-4486-9
2. <http://cc.oulu.fi/~iko/thesis.html> - 27.08.2003
3. Kustos: prof. Urpo Kortela; ohjaajat: professorit Urpo Kortela & Kaddour Najim
4. Esittäneet: prof. Raimo Ylinen & dos. Visa Koivunen
5. Vastaväittäjät: TKT Timo Sorsa (KCI-Konecranes International) & prof. Raimo Ylinen

Abstract

Process models are needed in characterising and predicting plant behaviour. Parameterised, experimental models can be justified by the reduced time and effort required in building the models, and their flexibility in real-world modelling problems. Fuzzy neural network techniques provide a way to obtain non-linear experimental process models. Parameter estimation techniques can be used to identify model parameters from measurement data. The model contents can also be presented as rules, which allows the use of human experimental knowledge in initialising model parameters, complementing missing data, and validating the identified model.

Distributed Logic Processors (DLP) are a fuzzy neural network structure. DLP's consist of Logic Processors (LP), outputs of which are combined, using a weighted average. Each logic processor approximates a logical relationship, a fuzzy function, between its inputs and outputs. These logical relationships can be identified from data through adjustment of each LP's internal parameters. Two types of algorithms are considered for the LP parameter estimation. The first is based on the gradient of the cost criterion; the Recursive Prediction Error (RPE) method. The second is a guided random search method, using games of learning automata. A third algorithm considers on-line modelling situations. The topology preserving features of Self-Organising Maps (SOM) are used in collecting a good set of training data. The collected data are used in on-line estimation of the parameters of a non-linear model. All three algorithms are applied in modelling flue-gas emissions, measured from an industrial Fluidized Bed Combustor (FBC).

Keywords: non-linear models, artificial intelligence, boilers

[v 22] 1997 – 2 – **Huusko Antti (?)** *Milled peat production optimisation – A study of the development of the planning system.* – väitöstilaisuus 07.11.1997 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Huusko A (1997) *Milled peat production optimisation*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 107, ISBN 951-42-4636-5.
2. –
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Aarne Halme & TKT Arvo Leinonen
5. Vastaväittäjät: prof. Aarne Halme & TKT Arvo Leinonen (VTT Energia, Jyväskylä)

Abstract

In this study the development of a milled peat production planning and control system is presented. The aim of the planning is to find the optimal plan consistent with current and forecast weather conditions. The work incorporates theoretical and practical aspects necessary in the development of a peat production planning system. First, the planning hierarchy of strategic planning, operational planning, decision analysis, control, allocation and scheduling of machine resources is introduced. The work shows the significance of weather risk in peat production and the limited decision theoretical possibilities to reduce it.

The complex strategic production planning problem is introduced and the strategic drying optimisation principles are given. The drying optimization problem was approached with the help of simulation that shows drying's dependency on the average climatic conditions of the production site and main production parameters.

The field drying modelling approach, which is considered the best choice for the production planning purposes in the current research situation, is an experimental potential drying model, whose main input variables are cumulative potential evaporation or evaporation rate and field variables. From the practical peat production point of view an adaptive fuzzy model is introduced.

The optimal peat production plan is solved by a hierarchical production plan optimization algorithm developed from the production objectives: optimization of production and allocation and scheduling of machine resources. High on the hierarchy is production optimization which is approached from the stochastic expected yield maximization and operation cost minimization point of view. This planning problem is solved by a goal programming method. Machine allocation and scheduling is solved by a guided random search using the simulated annealing algorithm. The simulated annealing search algorithm gives a satisfactory solution to the problem.

The development of a prototype peat production planning application is shown. Planning consists of the continuous cycle of activities: construction of the production plan, supervision of the feasibility of a plan, and diagnosing of the cause of problems. From the presented planning activity cycle is drawn the design goals for the planning system development. The main design goals are realized in the planning prototype to show how commercial planning application can be built. In the work specifications and requirements of the future research are presented.

Keywords: weather, forecasts, drying modeling, optimization methods

1996 – 5 väitöskirjaa

[v 16] 1996 – 1 – **Koivisto Raija** (tekn.lis. 91) *Safety-Conscious Process Design. – väitöstilaisuus 16.02.1996 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja*

1. Koivisto R (1996) *Safety-Conscious Process Design*. Espoo: Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 264. 79 p. + app. 67 p. ISBN 951-38-4922-8
2. –
3. Kustos: prof. Veikko Pohjola; ohjaaja: prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: Dr Andrew Rushton & Dr Louis Goossens
5. Vastaväittäjä: Dr Andrew Rushton

Abstract

Safety is one of the most important features of modern chemical processes. The foundation for the safety of a process is formed when designing the process. It is common practice to analyse the process with regard to safety during or at least at the end of the design. Accident and incident data together with other experiences, however, suggest that a considerable portion of process accidents and incidents are ultimately due to inadequate design.

Based on the literature, this study strives first to identify the deficiencies and problems in current process design practice. Three common practices to address safety have been studied: adherence to good practice, safety analyses and inherently safer design. The problems in their use include the deficient coverage of the problem area and the analytic (not synthesizing) way to consider safety which often is too late because the important safety-related decisions have been made already. With regard to inherently safer design, there are no good tools available. To sum up, safety is not being taken continuously and systematically into consideration during process design.

This study suggests a new process design approach, *Safety-conscious process design methodology*, which strives to raise the designer's safety-consciousness of the process to a level surpassing that of the current descriptive-analytical approach (i.e. safety is the result of the design decisions and can be analyzed), the outcome being a prescriptive-synthetical approach (awareness of what the process safety should be after some design decision). *Safety-conscious process design methodology* is built on *Phenomenon-driven process design methodology* and *Performance-driven design strategy*. Safety has been defined in the same object hierarchy as 'process', thus including safety in the description of the process and process design (in object form). This association makes safety considerations systematic and continuous during the process design.

A new concept, *safety balance*, was developed to aid the safety assessment during the process design. Safety balance also offers a means of assessing the safety-consciousness of a design decision. The novel advantage of safety balance (when compared to current practices) is that balance control volume must be defined, i.e. the area or extent included in the safety consideration must be defined and this has not been self-evident previously.

Safety-conscious process design methodology still suffers from some deficiencies, such as the quantification of safety and the definition of aggregation operators which enable the safety assessment of the entire process based on the safety values of its parts. *Safety-conscious process design* approach was tested in one industrial design case. The results were promising, even without proper tools for knowledge handling and safety assessment.

Keywords: safety, safety engineering, design, design methodology, analyzing, evaluation, safety-consciousness, accidents, models, chemical industry

[v 17] 1996 – 2 – **Kaarela Kari** (tekn.lis. TkL 92) *Enhancing communication of plant design knowledge. – väitöstilaisuus 10.05.1996 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja*

1. Kaarela K (1996) *Enhancing communication of plant design knowledge*. Espoo: Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 272. 110 p.+app. 81 p. ISBN 951-38-4930-9
2. –

3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: TkT Raimo Korhonen & prof. Asko Riitahuhta
5. Vastaväittäjät: TkT Raimo Korhonen (Valmet Automaatio) & prof. Asko Riitahuhta (TTKK)

Abstract

In industrial plant projects much of the design knowledge is lost. Design documents typically concentrate on implementation-oriented structural information that is required to construct the plant. The documents to a great extent lack the functional knowledge representing the original design intentions, formed mainly during the conceptual design stage, and information on the design process. As a result, the design documents do not contain answers to questions about the purpose of the design. One typically cannot find any justifications for the design decisions, e.g. the selection of one of several apparently sufficiently good alternatives. Yet both kinds of information have proven to be important for effective co-operation of designers within a project, for succeeding projects, and for the operation and maintenance of the resulting plant. This thesis addresses the problem of structuring, recording, and transferring the design knowledge between designers and from the designers to the end users.

The proposed solution is to introduce formal knowledge representations powerful enough to express the relevant concepts of the domain into the design process. With these representations and supporting tools we aim to structure and record the functional design knowledge at design time. *Multilevel flow modelling* is used to capture the functional knowledge of the plant. The resulting conceptual model is utilized for structuring the informal design knowledge related to both the designed artifact and the design process. Based on two validating industrial cases, the approach seems able to capture this design knowledge in industrial plant projects.

On-line presentation of the functional knowledge to the plant operators is discussed. Our work emphasizes the consistent presentation of the conceptual model created by the designers to the operators during the training sessions, in the user interfaces and alarm systems of the plant's automation systems, and in the on-line documentation system coupled to the automation systems. Two operator support system prototypes, implemented using commercial state-of-the-art automation systems and recent information technology developments such as the *World Wide Web*, show that it is feasible to implement useful MFM-based sources of information for the operators of industrial plants, based on the information gathered while applying the proposed approach during the design phase.

Keywords: industrial plants, design, planning, computers, computer programs, information, transferring, models, computer interfaces, communicating, conceptual process design, multilevel flow modelling, design knowledge, operator support systems, on-line documentation

[v 18] 1996 – 3 – **Sopenlehto-Pehkonen Taina** (dipl.ins. 86) *Customer focused process applications and utilization studies of special instruments in pulp and paper industry.* – väitöstilaisuus 04.06.1996 – väitöskirjan kieli: englanti – nipputäitöskirja

1. Sopenlehto-Pehkonen Taina (1996) *Customer focused process applications and utilization studies of special instruments in pulp and paper industry.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 88, ISBN 951-42-4274-2 (väitöskirjassa painovirhe sarjanumerossa Abstract-sivulla)
2. –
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Paavo Uronen & prof. Esa Jutila
5. Vastaväittäjät: prof. TkT Esa Jutila & prof. TkT Paavo Uronen (TKK)

Abstract

This thesis work concentrates on the business aspects and objectives of special instruments designed for the optimization and control of pulp and paper industry processes, the practical applications of process technical expertise, and their benefits to both the customer and instrument supplier.

Instrument suppliers represent electronics industry, with business methods and operations that differ significantly from the capital-intensive pulp and paper industry. Consequently, customer orientation and satisfying customer needs requires special effort from the supplier's part. The company focused on this work has accomplished this goal by means of application studies in the customers' processes. Such studies have resulted in solutions that improve the control of the customers' production processes and yield benefits verifiable by various economic, qualitative and/or operational criteria.

The respective industries and their business objectives have been studied by using literature and customer surveys conducted by the author. The theoretical basis and result processing methods of the application studies have been evaluated based on relevant literature. The process measurement and application trials are described in detail in the author's publications attached to this thesis. The applications concentrate on the bleaching process control of mechanical pulps, retention measurement

and control on paper machines, and consistency measurement and control both in pulp production and machine environments.

Application studies in the customers' processes have been shown to be useful tool in the conversion of special measurements into tangible products, utilizing these, and in defining the applicable sales arguments. Evidence of this are the results of customer surveys, the commercial success of applications, the verified technical and economical benefits, the approval of scientific circles, as well as imitation attempts by competing instrument suppliers.

The utilization of the technological details of special instruments can be considerably enhanced by testing their performance, applicability and viability in cooperation with the customers in real-life production environment. In this way the instrument supplier is able to establish the real customer needs and demands for further development of existing devices; this method also collects vital feedback from the end users, enabling the supplier to direct its R&D activity to better satisfy the customer needs and markets. Lively contact and cooperation between supplier and customer ensures the best results and solutions, satisfying both parties involved.

Keywords: pulp and paper industry, high technology companies, competitive edge, pulp and paper technology, process control

[v 19] 1996 – 4 – **Jaako Juha** (dipl.ins. 84) *The Extension of Multilevel Flow Modelling* – väitöstilaisuus 28.06.1996 – väitöskirjan kieli: englanti – monografia

1. Jaako J (1996) *The Extension of Multilevel Flow Modelling*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 87, ISBN 951-42-4277-7
2. –
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Janis Grundspenkis & vs.prof. Sirkka-Liisa Jämsä-Jounela
5. Vastaväittäjä: prof. Janis Grundspenkis, Riika, Latvia

Abstract

In this thesis, a method of modelling a continuous process is presented. The method belongs to the category of conceptual process modelling, i.e. the method does not try to model the exact physical and chemical processes taking place in the process. The aim is to describe the reasons and intentions behind the design of the process plant and at the same time to describe the structure of the actual plant.

The method was used to model a part of an existing process, so this research includes both theoretical and practical work. The theoretical part was the development of the method and the practical part was the application of the method to a chosen process. The development of the method was carried out simultaneously with the actual modelling work; this approach resulted in iterative work. The use of a case process can be seen as a way to validate the method.

The method describes a process in a three level hierarchy, i.e. goals, functions and devices. A goal denotes what the system was designed to do, a function denotes how the system should do it and a device denotes with what the system should do it. The method uses process flows as a means of describing the process; these flows are material, energy and information flows. By uniting the representation of these flows and the flow managing structure one gets a description suitable for presenting the information generated both in automation design and in process design.

Keywords: knowledge representation, design process, task allocation, process modelling, conceptual process modelling, process control.

[v 20] 1996 – 5 – **Oinas Pekka** (dipl.ins. 82) *Study on the validity of mass transfer and reaction models in multiphase systems*. – väitöstilaisuus 05.12.1996 (**tohtorin tutkinto vuodelle 1997**) – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Oinas Pekka (1996) *Study on the validity of mass transfer and reaction models in multiphase systems*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 94, ISBN 951-42-4471-0
2. –
3. Kustos: prof. Jorma Sohlo; ohjaaja: prof. Jorma Sohlo + muita
4. Esittäneet: prof. Bengt Andersson & apul.prof. Tapio Salmi
5. Vastaväittäjä: prof. Bengt Andersson, Chalmers, Göteborg

Abstract

In chemical engineering, the complexity of system behaviour arises from several simultaneous interfacial and intrinsic phenomena. There are usually different alternatives amongst which the fundamental mechanisms have to be selected. In many cases one does not know how this selection should be done and

how to discriminate improbable mechanisms from probable ones. Besides, to keep the problem computationally feasible, many simplifying assumptions have to be made for various reasons. False or inappropriate hypotheses or numerical deficiencies of computation may result in unexpected interpretations and, possibly, in ensuing erroneous design specifications.

This thesis deals with the validity of mass transfer and reaction models from various points of view. The treatment covers different techniques for validation: formulation of asymptotic models obtained as limiting cases from the fundamental models; use of robust simplification methods, experimental design and studies of the identifiability of model parameters. The validation techniques are verified using experimental data from the oxidation of 2-ethyl anthrahydroquinone and the catalytic hydrogenations of *a*-methyl styrene and 2-ethyl anthraquinone as examples. Furthermore, a method for simplifying and modeling a specific flow system: an airlift reactor, on the basis of *Navier-Stokes* equations, is presented.

Keywords: modeling, catalysis, experimental design

1995 – I väitöskirja

[v 15] 1995 – I – **Pekkarinen Anneli** (tekn.lis. 92) *Occupational accidents occurring in different physical environments with particular reference to indoor and outdoor work.* – väitöstilaisuus 05.01.1995 – väitöskirjan kieli: englanti – nippuväitöskirja

1. Pekkarinen Anneli (1994) *Occupational accidents occurring in different physical environments with particular reference to indoor and outdoor work.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 80, ISBN 951-42-4021-9
2. –
3. Kustos: prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: prof. Seppo Väyrynen
4. Esittäneet: dos. Kari Häkkinen & dos. Hannu Virokannas
5. Vastaväittäjät: Dos. Prof. Markku Mattila & Dos. LT Hannu Virokannas

Abstract

Four activities carried out in different physical environments, their safety level and occupational accidents occurring were compared in this research. The system model was selected as the frame of this study and one component of the system, the physical environment, with particular reference to outdoor and indoor work conditions, received special attention. The kitchen work presented well-planned indoor conditions, construction work changing conditions from outdoors to indoors, reindeer herding work natural outdoor conditions and the Antarctic expeditions isolated, severe natural conditions. The research data was collected in three different ways and it consisted of 1549 occupational accident reports, 3122 questionnaire answers, 10 interviews and 27 safety inspections at the workplaces.

The results of the research showed that the incidence rate of accidents was the highest when working, at least part of the time outdoors, in changing conditions and the consequences were the most severe when the work involved a lot of moving outdoors in natural conditions. In outdoor work a clear seasonal variation in accident occurrence could be seen: more accidents occurred during the gloomy autumn than during the coldest winter months and the other seasons. In the accident reports the physical environment was quite seldom mentioned but in the questionnaires the employees complained a lot of the thermal conditions even in the indoor work. Also the members of the Antarctic expeditions evaluated wind and temperature, snow and ice conditions as unsafe during the journey to Antarctica. In the safety inspections the ambient conditions were seldom connected with the accidents and their occurrence. The different methods, accident analysis, questionnaire and safety inspections, when used in parallel gave contradictory results in kitchen work but similar results in reindeer herding work. The safety inspection methods needed most development.

The prevention experiment in reindeer herders' work gave encouraging results. Some preventive measures could also be developed for natural working conditions outdoors, the measures were approved and adopted by the herders and a decrease in the incidence rate could be shown. In outdoor conditions safety can most often be increased by influencing behaviour, working and personal equipment but it was seen that in permanent workplaces improvements and repairs can also be made.

Keywords: accident risk, weather, kitchen work, construction, reindeer herding, Antarctic expeditions

1994 – I väitöskirja

[v 14] 1994 – I – **Hyttinen Marita (?)** *Talonrakennustyömaan työnjohtajan onnistunut esimiestoiminta (The successful leadership behaviour of the building construction site supervisor)*. – väitöstilaisuus 12.11.1994 – väitöskirjan kieli: suomi – nippuväitöskirja

1. Hyttinen M (1994) *Talonrakennustyömaan työnjohtajan onnistunut esimiestoiminta*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 78, ISBN 951-42-3906-7
2. –
3. Kustos: prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: prof. Seppo Väyrynen
4. Esittäneet: dos. Pauli Juuti & TkT Kaija Leena Saarela
5. Vastaväittäjät: Dos. VTT Pauli Juuti & TkT Unto Miettinen

Tiivistelmä

Talonrakennusalan esimiestyö on vaativaa ajan haasteiden ja ala erityisyyksien takia. Rakennustyön johtaminen on projektinhallintaa, osien yhteensovittamista ja eri ammattien edustajien ohjantaa hankalissa, tapaturmaisissa ja dynaamisissa oloissa.

Johdannossa hahmoteltiin malli esimiestoiminnan psykologiseksi käyttöteoriaksi. Siinä kuvailtiin esimiehen tehtävät, tavoitteet ja kohteena oleva ihminen sekä se, miten vuorovaikutus ja muut välineet tukevat tavoitteiden saavuttamista. Empiirisessä osassa kuvattiin talonrakennusalan esimiestoimintaa ja verrattiin sitä eri konteksteissa muotoutuneeseen toimintatapaan, esitettiin hyvään turvallisuus- ja kustannustavoitteeseen pystyvän sekä alaisten arvioimana pätevän työnjohtajan toimintatapa. Lisäksi selvitettiin, miten eri tilannetekijät näkyvät toiminnassa. Tutkimusmetodeina käytettiin esimiehen havainnointia (OSTIa), esimies- ja alaiskyselyjä, tapaturmien, järjestyks- ja siisteystason sekä kustannustavoitteessa pysymisen analysointia. Aineistot kerättiin 16 työmaalta vuonna 1989. Tutkimukseen osallistui 31 työnjohtajaa ja 218 työntekijää.

Keskimmääräinen talonrakennustyönjohtaja käytti suurimman osan ajastaan yksintyöskentelyyn (37 %) ja keskusteluihin (36 %), joissa ei käsitelty oman alaisen eikä työryhmän vastuulla olevia suoritteita. Alaisen suoritusta esimies ohjasi 26 % työajastaan. Suurimman osan siitä vei senhetkisiin tilanteisiin liittyvien ohjeiden välittäminen ja suoriteseuranta. Palautetta työnjohtaja antoi 4 % työajastaan. Ihmiskuva oli varsin yksilöllinen. Viestintä ei ollut vastaanottajakeskeistä. Stressitilanteessa esimies vetäytyi vuorovaikutuksesta seurailemaan toimintaa. Verrattuna amerikkalaisen vakuutuslaitoksen ja suomalaisen viraston esimiehen rakennustyönjohtaja näki työntekijän kokonaisvaltaisemmin kuin nämä ja toimi vuorovaikutusepisodeissa tasavertaisemmin. Onnistunut esimies kartoitti yksintyöskentelyä ja tavoitteiden liiallista välittämistä. Hän antoi työntekijälle enemmän palautetta ja käsittelee useammin omia suoritteitaan muiden kanssa kuin heikompi kollegansa. Onnistunut esimies keskusteli symmetrisesti ja käsittelee keskusteluissa tulevaisuutta. Hän näki työntekijästä muutkin kuin työhön liittyvät puolet. Hyvään turvallisuus- ja kustannustulokseen sekä alaisen arvostukseen päätyvät esimiehet toimivat samalla tavoin. Järjestyksen ylläpito oli hyvän esimiehen piirre. Järjestys ehkäisi tapaturmia ja lisäsi työmaaviihtyvyyttä. Työntekijät kykenivät arvioimaan järjestyksen pätevästi. Työntekijöitä olisikin aktivoitava käyttämään päivittäiskeinojaan tapaturmien torjunnassa. Yhdessä toteutettu järjestysseuranta on tehokas väline turvallisuuden ennakoivaan mittaamiseen ja kehittämiseen.

Onnistunut ihmisten johtaminen edellyttää kognitiivis-toimintateoreettista ihmiskuvaa, transaktio- ja kulttuuritietoa. Esimiehen tehtävä on tuottaa monipuolisia kvalifikaatioita alaisilleen, mikä mahdollistuu asioita rikkaasti käsittelevällä, assertiivisella vuorovaikutuksella. Esimiestyö on palvelua, joka nojaa vuorovaikutusapuolten kahden- ja monenkeskisiin psykologisiin sopimuksiin.

OSTI mittasi esimiehen toimintaa pätevästi. Jatkossa OSTI-tietoa on täydennettävä laadullisella aineistolla, ja tutkimus on liitettävä esimiehen ja organisaation systeemiseen kehittämiseen.

Avainsanat: talonrakennusala, esimiestyö, organisaatiokulttuuri, työturvallisuus, turvallisuusjohtaminen

1993 – I väitöskirja

[v 13] 1993 – I – **Miettinen Unto (dipl.ins. 71?)** *Organisaation luovuus ja sen mittaaminen (Measuring Organizational Creativity)*. – väitöstilaisuus 12.06.1993. – väitöskirjan kieli: suomi

1. Miettinen U (1993) *Organisaation luovuus ja sen mittaaminen*. Kuopio 1993, Tielaitos. Tielaitoksen tutkimuksia 2/1993. 207 s. ISBN 951-47-7660-7.
2. -
3. Kustos: prof. Seppo Väyrynen; ohjaaja: professori Seppo Väyrynen & apulaisprofessori Matti Isohanni
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: VTT Pauli Juuti & TkT Olli Niemi

Tiivistelmä

Luovuudella tarkoitetaan uusien, hyödyllisten ajatusten tuottamista ja esittämistä. Sopiva lähtökohta luovuuden hyväksikäytölle organisaatiossa on ajatus, että kaikki ihmiset ovat luovia. Yleensä henkilöstön luovuuden hyväksikäyttö on kuitenkin organisaatioissa puutteellista.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia luovuutta organisaation ominaisuutena koko henkilöstön näkökulmasta. Tavoitteina olivat käsitteen analysointi ja mallintaminen sekä organisaation luovuuden mittarin kehittäminen, testaaminen ja käyttö. Tutkimus oli osittain eksploratiivinen eli ongelmaa avoimesti, ilman ennalta asetettuja täsmällisiä hypoteeseja, lähestyvä. Keskeisiksi kysymyksiksi nousivat, mitä tarkoitetaan organisaation luovuudella, mistä tekijöistä se erityisesti riippuu ja kuinka organisaation luovuutta tulisi mitata.

Organisaation luovuuden mallin ja mittarin kehittämisen lähtökohtana olivat *Rhodesin* ja *Mooneyn* esittämät luovuuden analyysit. Tässä työssä kehitetty uusi malli merkitsi siirtymistä luovuuden käsitteessä yksilöstä yhteisöön. Luovan persoonallisuuden tilalle tuli tulosryhmän toimivuus, luovan prosessin tilalle luovuuden käyttö ja yksilön ”luovan tuotteen” tilalle ryhmän luovuuden tulokset. Ympäristön vaikutusta edustaa organisaation ilmapiiri. Mittari syntyi mallin osien operationalisoinnin tuloksena. Organisaation jäsenet pantiin arvioimaan oman organisaationsa toimivuutta. Mittariin sisältyi 60 kirjallisuudesta poimittua tai tutkimuksen tekijän omiin kokemuksiin perustuvaa väittämää. Vastaamistapana oli janamittari (VAS) eli rasti janalle, jonka toinen pää edustaa väitteen paikkaansa pitävyyttä ja toinen vastaavasti käsitystä, että väite ei pidä paikkaansa. Mittaria kehitettiin ja kokeiltiin kolmessa julkishallinnon organisaatiossa, joista kaksi oli kunnallista ja kolmas oli valtion hallintoon kuuluva tielaitos. Kyselyihin vastasi yhteensä 400 henkilöä. Mittarin sisäinen konsistenssi osoittautui paremmaksi kuin mittarin rinnalla kokeiltujen ruotsalaisen sekä yhdysvaltalaisen mittarin vastaavat arvot. Mittarin avulla pystyttiin havaitsemaan eroja tulosyksiköiden tai -ryhmien luovuudessa. Esimiehen käyttäytyminen osoittautui yhdeksi keskeiseksi tulosryhmiä erottavaksi tekijäksi. Toisaalta löydettiin jonkin verran eroja vastaajien organisaatorisen aseman, palveluksessaoloajan, iän ja sukupuolen mukaan.

Tielaitoksessa tehdyt teemahaastattelut osoittivat lisäksi, että luovuus kuuluu oleellisena osana tien kunnossapitohenkilöstön työorientaatioon. Luovuudesta oli vastausten perusteella työssä käytössä keskimäärin noin puolet. Vastauksissa ei ollut merkitseviä eroja työntekijöiden ja työnjohdon välillä. Luovuuden käyttöaste oli vastausten mukaan jonkin verran noussut viime vuosien aikana. Luovuudesta uskottiin olevan selvästi enemmän hyötyä kuin haittaa. Luovuuden esteinä tulivat esille esimerkiksi kiire sekä omat ja esimiesten asenteet.

Organisaation luovuuden määritelmä hahmottui seuraavaksi: organisaation luovuus on suhteellisen pysyvien ominaisuuksien yhdistelmä, joka kuvaa organisaation uudistumiskykyä ja tuloksellisuutta ja niin ollen vaikuttaa esimerkiksi organisaation selviytymiskykyyn toimintaympäristön nopeasti muuttuessa. Tutkimukseen sisältyy lopuksi ehdotuksia jatkotutkimusten aiheiksi sekä arvioita uuden ajattelun ja uusien työkalujen tarpeesta työpaikoilla. Luovan ongelmanratkaisun taidot tulisi saada työpaikoilla jopa yleisemmäksi osaamiseksi kuin mikrotietokoneen käyttö. Tämä edellyttää kokohenkilöstön kattavaa koulutusta.

Asiasanat: luovuus, organisaatio, malli, mittaaminen, mittari

1992 – I väitöskirja

[v 12] 1992 – I – **Kess Pekka** (tekn.lis. 79) *A systematic approach to the development of a control philosophy for the process industries.* – väitöstilaisuus 06.06.1992. – väitöskirjan kieli: englanti

1. Kess P (1992) *A systematic approach to the development of a control philosophy for the process industries.* Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 60, ISBN 951-42-3349-2
2. -
3. Kustos: prof. Kauko Leiviskä; ohjaaja: prof. Kauko Leiviskä
4. Esittäneet: prof. Eino Tunkelo & prof. Paavo Uronen
5. Vastaväittäjät: prof. Paavo Uronen & prof. Eino Tunkelo

Abstract

The objective of this thesis is to give a holistic picture of economic control as part of the management function in a production organization. The research incorporates theoretical and practical work for the development of operations control systems for the process industries in order to supply such industries with tools for economical operation. The work describes the confusing situation in the definition of concepts regarding decision making hierarchies in the business world where a decision making hierarchy is defined on the criteria of organizational scope, structure and independence of the decision making situation and the time span and risk involved. The result is a three-level hierarchy of (1) planning, (2) scheduling and (3) control.

The decomposition of a company into dependent but not overlapping functions which are manageable on the various decision making levels gives as a result the functions of (1) logistics, including (1a) production, (1b) acquisition, (1c) deliveries and (1d) inventory operations, (2) human resources, (3) physical resources, (4) financial resources, (5) information resources and (6) demand. This is all managed with a total or corporate management function.

An extensive evaluation is made of various information system development methodologies analyzing both general methods and production application-specific systematics. As a result an approach is defined which is based on a three-level system comprising (1) organizational, (2) information and (3) technical models.

Applying the systematic approach, a system development process for a chemical processing facility is described. The result is a computer-aided control system for process-related functions which includes all significant operations. The model is used to determine the most economical way of operating at the control level.

Keywords: engineering economics, information systems, management, industrial operations, system engineering

1991 – 2 väitöskirjaa

[v 10] 1991 – 1 – **Tiihonen Eljas** (tekn.lis. 80) *Psykodynaaminen organisaatiomalli (Mental System in the Psychodynamic Model of Organization)*. – väitöstilaisuus 15.02.1991. – väitöskirjan kieli: suomi.

1. Tiihonen E (1990) *Psykodynaaminen organisaatiomalli*. Oulun yliopisto: Monistus- ja kuvakeskus. ISBN 951-42-3038-8. (omakustanne)
- 2.
3. Kustos: prof. Eino Tunkelo; Ohjaajat: professorit Eino Tunkelo & Seppo Väyrynen
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Matti Isohanni & prof. Matti Peltonen

English Summary

The starting point of the present study consists of the endeavour of every production organization: to perform the primary task in a rational way. According to the sociotechnic system theory or organization, leadership of a technical system is based on understanding its functioning. No technologist is for instance willing to manage an atomic power plant without knowledge of its operating systems. But the task performance of humans is managed without considering the leading system which controls human activities: the mental system. This fact was also demonstrated by my earlier study and its sociotechnic cybernetic model.

The main object of the present study was to account for the mental system in the sociotechnic cybernetic model of production organization. This is an interdisciplinary study applying concept analysis comparison.

In the initial part of the study, the structural aspects of the mental system and the quality of its activity as a cybernetic system are analyzed and described, and important concepts are defined. With further advance of the study, concept analysis comparison revealed the functional analogy and isomorphy of the mental system and the cybernetic system of the sociotechnic cybernetic model of organization, on the macro as well as micro level.

As implied by said analogy, the requirements arising from the primary task bear upon the cybernetic system on the primary, value and management system levels. On the success in integrating the requirements in the primary task performance (ptp) depends the quality and quantity of rational (r) and irrational (ir) activity on the individual (I), small group (S) and large group (L) task performance levels, so that $ptp = f[X(Ir, Sr, Lr), Y(Iir, Sir, Lir)]$. From the equation follows that the management system must indispensably control both the rational and irrational activity, the quality of management included.

The prototype of psychodynamic model of organization created as a result of this study is a multilevel model. Trial and argumentation on the general level showed that the model of organization meets the primary object. Testing the model in an enterprise example supported, in the way of a successful first test flight, the applicability of this prototype as a model of organization.

In conclusion, the study contains a discussion of the possibilities of further investigation on these lines.

[v 11] 1991 – 2 – **Keiski (e Kalliokoski) Riitta** (tekn.lis. 84) *The water-gas shift reaction in nonisothermal conditions over an iron oxide/chromium oxide catalyst*. – väitöstilaisuus 22.11.1991 – väitöskirjan kieli: englanti

1. Keiski R (1991) *The water-gas shift reaction in nonisothermal conditions over an iron oxide/chromium oxide catalyst*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 57, ISBN 951-42-3200-3
2. -
3. Kustos: prof. Veikko Pohjola; Ohjaajat: prof. Väinö Veijola & prof. Veikko Pohjola
4. Esittäneet: dos. Tapio Salmi & TkT Antti Vuori
5. Vastaväittäjä: TkT Antti Vuori

Abstract

A simple packed bed test reactor system was developed to obtain nonisothermal rate data for catalytic processes. The nonisothermal approach in packed bed reactor modeling involved the direct use of the experimental temperature profiles in the component continuity equations. The steady state experimental conversion profiles were fitted to a plug flow reactor model to determine the kinetic parameters of the actual catalytic reaction. Nonlinear regression analysis with the integral least squares method was applied in the stepwise build-up of the kinetic models.

The water-gas shift reaction over an industrial ferrochrome catalyst was studied in the present research. Experimental conditions corresponding to industrial practice were used: the inlet temperature varied between 575 and 675 K, the water-to-dry gas ratio was between 0.33 and 1.24, and the dry gas contained 7-30 % CO, 3-20 % CO₂ and 25-70 % H₂, the rest being N₂. The experiments were carried out near atmospheric pressure.

Extensive experiments were carried out to investigate heat and mass transfer effects in order to ensure that the data obtained would fall within the kinetic regime. Experimental criteria presented in the literature were used to find the effect of heat and mass transfer on the observed reaction rate. According to these analyses, only pore diffusion has a minor effect on the observed reaction rate at the highest experimental temperatures.

The validity of the power-law rate model and *Langmuir-Hinshelwood* models with pore diffusion control and surface reaction control within large concentration, temperature and space velocity intervals was confirmed by several shift reactor simulations. The values of the activation energy and the frequency factor of the power-law rate model were: $E = 79.7$ kJ/mol, $k_0 = 2.3738 \cdot 10^6$ (dm³)^{1.03} mol^{-0.03} kg⁻¹ s⁻¹, and the concentration exponents of CO (n), H₂O (m) and CO₂ (p) were $n = 0.74$, $m = 0.47$ and $p = -0.18$, respectively. Discrimination among the rival kinetic models was done by comparison of the mean residual squares and standard deviations of the parameters obtained. The comparison pointed to a good representation of the data in all the three models. The nonisothermal approach proved to be a satisfactory method for technical and laboratory kinetic studies where axial temperature gradients exist in the reactor.

The deactivation of the iron oxide/chromium oxide catalyst was found to be due to a sintering process. The decrease in the catalyst activity was caused by a decrease in the catalyst surface area and by an increase in the average pore radius. Deactivation by coke formation was minimal during the experiments according to the scanning electron microscopy and X-ray photoemission spectroscopy analyses. The nonisothermal approach was applied to determine the parameters of exponential and hyperbolic models of the catalyst deactivation kinetics. The reduction observed in the catalyst activity was best modeled by a hyperbolic model with a high order sintering kinetics.

Keywords: iron oxide catalyst, nonisothermal kinetics, physical studies, deactivation kinetics, chemisorption studies

1990 – ei väitöskirjoja

1989 – I väitöskirja

[v 09] 1989 – I – **Junno Seija** (tekn.lis. 84) *Optimization of steel mill production*. – väitöstilaisuus 10.03.1989. - väitöskirjan kieli: englanti

1. Junno S (1989) *Optimization of steel mill production*. Acta Universitatis Ouluensis, Technica, C 49, ISBN 951-42-2725-5
2. -
3. Kustos: vt.prof. Kauko Leiviskä; Ohjaaja: prof. Paavo Uronen
4. Esittäneet: prof. Veikko Orpana & prof. Eino Tunkelo
5. Vastaväittäjät: prof. Lauri Holappa & prof. Eino Tunkelo

Abstract

A decision support system for the management of an integrated steel mill has been developed. The system helps management in strategic and tactical decisionmaking by optimizing the production and product mix of the plant utilizing given market forecasts. The optimization is based on a group of simulation models that describe the whole process chain very explicitly. By means of the models it is possible to calculate the process chain capacity as a whole and product production costs. These data are given to the optimization model with administrative, capital and transportation costs as well as market forecasts. The optimization model calculates the optimum production quantities for each product group according to production line and dimension group for maximum plant profit.

The ability of the model group has been tested in the decision-making of a medium-sized integrated steel mill. It has been proven that it is possible to develop an extensive model group which describes the whole process chain explicitly enough for the optimization of production and product mix. By means of the models, the decision-makers can compare the different investment programs and their profitability. When using a model group that covers the plant as a whole, local optimizations are avoided, and investments can be more easily arranged according to their economical importance.

Many steel mills consider cost efficiency their competitive asset, and therefore a great deal of attention has been paid to minimizing costs in the optimization models. In this research, the maximization of the plant profit, not the minimization of the production costs, was the primary goal. By means of simulations it was verified that maximizing the profit in a plant with high capital and administrative costs is much more important than minimizing the production costs. Another of the observations of this research was the applicability of the learning curve to the production of special steels.

Keywords: decision making, process modelling, production optimization

1988 – I väitöskirja

[v 08] 1988 – I – **Vähä Pentti** (tekn.lis. 78) *Application of Parameter Adaptive Approach to Servo Control of a Hydraulic Manipulator.* – väitötilaisuus 30.09.1988. – väitöskirjan kieli: englanti

1. Vähä P (1988) *Application of Parameter Adaptive Approach to Servo Control of a Hydraulic Manipulator.* Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 51. Helsinki. 86 s. ISBN 951-666-269-2.
2. -
3. Kustos: prof. Urpo Kortela; Ohjaaja: prof. Aarne Halme
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Heikki Koivo & TkT Markku Manninen

Abstract

A method for compensating changes in manipulator dynamics to cope with the increased requirements for better servoing performance of manipulator motion is introduced. The dynamic model of the manipulator arm is linearized and presented in a state space form. The parameters of the linearized model are estimated on line and used for tuning of the servo controller.

The control of the manipulator is experimentally examined in computer path control, both for a regular and irregular path. The test runs are carried out with a loaded and unloaded manipulator.

A simulation study with simple process models is utilized to further examine the adaptive properties of the method. The ability of the estimator to track changing parameters during path servoing are examined and the significance of the velocity in adaptive servo control applications outlined. Further, the derived control law is verified and the effects of feedforward and feedback parts both together and separately are examined with constant multivariable processes in servo applications. The results indicate the applicability of the method for servo control purposes.

Keywords: adaptive control, manipulators, microprocessor control, hydraulic systems, filtering

1986 & 1987 – ei väitöskirjoja

1985 – I väitöskirja

[v 07] 1985 – I – **Kärkkäinen Paavo** (dipl.ins. 75?) *On the Control of Manipulator Flexible Motion by Modal-Space Techniques.* – väitötilaisuus 28.05.1985 - väitöskirjan kieli: englanti

1. Kärkkäinen P (1985) *On the control of manipulator flexible motion by modal-space techniques*. Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 44. Helsinki. 89 s. ISBN 951-666-204-8.
2. -
3. Kustos: prof. Paavo Uronen; Ohjaaja: prof. Aarne Halme
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Heikki Koivo & prof. Antti Pramila

Abstract

A method for compensating manipulator flexibility effects to cope with the current requirements for better accuracy and higher performance of manipulator motion is introduced. A modal approach is used for obtaining the reduced order mathematical model of the manipulator flexible motion which is sufficiently tractable to be utilized in control purposes. The arm model is represented by a state space description defined in terms of the modal displacements and velocities obtained from truncation on the distributed parameter system.

The control of the manipulator vibrational motion is examined via the linearized model around the operating configuration defined by the joint coordinates. The optimal feedback control law based on independent mode space techniques is derived for suppressing the vibrations.

Both the analytical tools and experimental modal analysis are applied to finding the equations of motion of a particular manipulator. The flexible motion is approximated by a few discrete coordinates. The motion equations are used to investigate the interaction between the control system and the flexible components of the manipulator arm. The use of the modal controller developed in the compensation of the arm structural flexibility is demonstrated both by simulations and experimental tests. The results indicate practical application for improved manipulator control schemes.

Keywords: flexible manipulators, modal-space control, path generation, singularly perturbed system

1984 – I väitöskirja

[v 06] 1984 – I – **Manninen Markku** (tekn.lis. 80) *Task-Oriented Approach to Interactive Control of Heavy-Duty Manipulators Based on Coarse Scene Description*. – väitöstilaisuus 16.11.1984. - väitöskirjan kieli: englanti

1. Manninen M (1984) *Task-Oriented Approach to Interactive Control of Heavy-Duty Manipulators Based on Coarse Scene Description*. Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 42. Helsinki. 81 s. ISBN 951-666-193-9.
2. -
3. Kustos: prof. Aarne Halme; Ohjaaja: prof. Aarne Halme
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Antti Niemi & dos. Harri Jäppinen

Abstract

A new supervisory method based on the use of a coarse model of the task environment is proposed for programming and monitoring the performance of heavy-duty manipulators (HMD) designed to operate in hazardous and unstructured environments. The model is interactively created by a pointer associated with a menuboard. Machine trajectories are automatically planned on the basis of the model according to the instructions directed to control the manipulation. Task monitoring is carried out by debugging the model according to the changes in the environment. The human operator may also lead the end of the arm of the machine by the pointer during run-time.

The proposed method was adapted to a case example of an experimental log-loader to demonstrate the feasibility of the approach. The human-computer interface to support the use of the method was designed and implemented. The interface contains aids for the model creation, a pointer and a menuboard, and a graphics display to present the state of the model by pictorial means. The necessary software for automatic planning of machine trajectories was developed and implemented for simulation studies. The experimental implementation and the tests carried out reveal that a suitable human-computer interface to meet the actual requirements can be designed and that collision-free trajectories for the machine and for its payload can be computed also in practical applications.

The major importance of the method is that it relieves the human operator from steering the machine for supervising the manipulation. Although the method is designed basically for interactive machines, it is applicable also to programming industrial robots.

1983 – I väitöskirja

[v 05] 1983 – I – **Saukkonen Samuli** (tekn.lis. 77) *A constructive method for the architectural design and correctness verification of real-time programs.* – väitöstilaisuus 15.12.1983. - väitöskirjan kieli: englanti - **Huom. Tohtorin tutkinto vuodelle 1984.**

1. Saukkonen S (1983) *A constructive method for the architectural design and correctness verification of real-time programs.* Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 40. Helsinki. 122 s. ISBN 951-666-170-X.
2. -
3. Kustos: prof. Aarne Halme; Ohjaaja: prof. Aarne Halme
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Reino Kurki-Suonio & ap.prof. Markku Syrjänen

Abstract

During the architectural design of a real-time program, its correct behaviour can be verified by using a proposed new method based on the theory of place transition nets and timed place transition nets.

Program architecture is described in stepwise refinements by using the proposed SSL (Software Structure Language) descriptions for the static part of the architecture and the proposed OBL (Object Behaviour Language) descriptions for the dynamic behaviour of the program. The correctness of the specified communication behaviour between the processes and the absence of deadlocks will be verified. The absence of livelocks and infinite loops cannot be verified in general at the architectural design level. However, their possibility and cause can be detected. The timing verification of the communication behaviour, necessary owing to the real-timeness, will also be made. The verifications can be made constructively in parallel to the architectural design. The practicality of the proposed design description and verification method is demonstrated by an application to a medium scale real-time program.

1982 – I väitöskirja

[v 04] 1982 – I – **Leiviskä Kauko** (tekn.lis. 76) *Short term production scheduling of the pulp mill.* – väitöstilaisuus 25.09.1982 - väitöskirjan kieli: englanti

1. Leiviskä K (1982) *Short term production scheduling of the pulp mill.* Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 36. Helsinki: Multiprint. 80 s. ISBN 951-666-152-1.
2. -
3. Kustos: prof. Paavo Uronen; Ohjaaja: prof. Paavo Uronen
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: TkT Sakari Heikkilä & TkT Urpo Kortela

Abstract

Pulp mill production scheduling must provide the operational staff with production schedules calculated for a period of 2-5 days. In scheduling, the capacity of the processes and the constraining storage capacity must be taken into account.

In this monograph, a new method for the computerized production scheduling in pulp mills is introduced. The method is based on a well-known hierarchical optimization algorithm, Tamura's algorithm, for time delay systems. The modifications and application aspects of this algorithm are presented together with a representative number of examples.

This method provides a straightforward and computationally simple approach to pulp mill production scheduling. In any case, the most important aspects which are practically interesting can be included in this method. As shown in the text, it can be easily extended to mills with multiple production lines and in fact for any degree of complexity in flow connections.

1980 & 1981 – ei väitöskirjoja

1979 – I väitöskirja

[v 03] 1979 – I – **Jutila Esa A A** (tekn.lis. 74) *Applicability of kraft cooking control models.* – väitöstilaisuus 08.03.1979 - väitöskirjan kieli: englanti

1. Jutila E A A (1979) *Applicability of kraft cooking control models*. Acta Polytechnica Scandinavica, Chemistry Including Metallurgy Series No. 140. Helsinki: VTT Offsetpaino. 89 pp. ISBN 951-666-109-2.
2. -
3. Kustos: prof. Paavo Uronen; Ohjaaja: prof. Paavo Uronen
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Nils-Erik Virkola & TkT Sakari Heikkilä

Abstract

The applicability of kraft batch cooking control models was investigated. When cooking to same final pulp grades the simplest model formulations were shown to have the greatest applicability. Using this fact as a guiding principle, several new control models were derived theoretically. The most important innovation is a simple theoretically derived model with many other advantages. This model was shown to be most applicable in cases in which the residual alkali concentration measurement of the cooking liquor is used.

The necessity of measurement of the residual alkali concentration of cooking liquor in batch digesters is considered by application of an error analysis to control models. Improvements can be made only when the digester charging instrumentation is insufficient and there are large and rapid causal changes in the quality of the chips. When the chip quality is uniform and the digester charging instrumentation is good, there is no reason to install an alkali sensor for pulp grade control purposes. This particularly applies to continuous cooking.

1978 – I väitöskirja

[v 02] 1978 – I – **Kiukaanniemi Eino** (dipl.ins. 71?) *A systematic approach to the development task of peat fuelled heating plants*. – väitöstilaisuus 31.03.1978 - väitöskirjan kieli: englanti

1. Kiukaanniemi E (1977) *A systematic approach to the development task of peat fuelled heating plants*. Acta Universitatis Ouluensis, Series C, Technica No. 11, Technica Processionum No. 2. 79 pp. + app. ISBN 951-42-0533-2
2. -
3. Kustos: prof. Väinö Veijola; Ohjaaja: prof. Paavo Uronen
4. Esittäneet: prof. Aarne Halme & prof. Lauri Puhakka
5. Vastaväittäjät: prof. Lauri Puhakka & prof. Aarne Halme

Abstract

The limitations of fuel resources and the growing demand for energy have strongly activated energy research all over the world, especially since the so called oil crisis in 1973. In Finland a natural reaction has been to develop and enlarge the share of domestic fuels in the total energy production.

The present study contains an approach which can be followed in a systematic development work of solid fuel combustion plants. The aim of the study has been to separate general factors influencing a systematic plant development, central phases of such a development work and the type of information which is basic for the selection of technical development projects.

The use of the suggested approach has been illustrated by applying it to a peat fuelled district heating plant. As a result of a cost analysis and a failure study pre-drying of fuel peat with flue gases was interpreted as the most promising subject of technical development.

Experiments of the pre-drying were suggested and in 1977 the first full scale plant of this type was established by Kymi Kymmene Engineering, Finland.

The heat recovery of a pre-dryer type district heating plant can be optimized by a suitable control of the pre-drying power. This feature has been discussed in more detail because it involves obvious chances of further development.

As the last item cost structure of a dual-fuel plant has been discussed in order to find the most economic plant composition.

1977 – I väitöskirja

[v 01] 1977 – I – **Lantto Heikki** (tekn.lis. 72) *The effect of magnetic flocculation in the beneficiation of magnetic materials*. – väitöstilaisuus 18.05.1977 - väitöskirjan kieli: englanti

1. Lantto H (1977) *The effect of magnetic flocculation in the beneficiation of magnetic materials*. Acta Polytechnica Scandinavica, Chemistry Including Metallurgy Series No. 133. Helsinki: VTT Offsetpaino. 62 s. ISBN 951-666-087-8.
2. -
3. Kustos: prof. Paavo Uronen; Ohjaaja: prof. (emeritus) Armas Runonlinna
4. Esittäneet: -
5. Vastaväittäjät: prof. Eric Forssberg & vs. prof. Sven-Erik Hjelt

Abstract

Ferromagnetic particles in a magnetic field attract one another and flocculation occurs. Magnetic beneficiation does, in fact, mean the separation of chains oriented in the direction of the field. Due to residual magnetism, flocculation persists even after the field has ceased to act.

The investigation revealed that once formed, flocculation endures substantially unchanged throughout a very complicated concentration process. The first separation stage has, for this reason, a vital significance as far as the quality of the final concentrate is concerned. If the magnetization of the particles has to be destroyed, special demagnetizing devices are needed.

The effect of demagnetization on certain unit processes was determined on the laboratory and pilot plant scale.

The degree of fineness was found to have a marked effect both on the concentrate and on recovery. Excessive fineness increases the impurity of the concentrate and causes loss of magnetite to the tailings.

Liite 2 – Esitarkastajat, vastaväittäjät ja kustokset

Osaston väitöskirjojen esitarkastajina ovat toimineet (vanhimpien väitöskirjojen esitarkastajat eivät ole tiedossa):

Kaksi kertaa (11):

Alén Raimo, prof.	Halme Aarne, prof.	Häkkinen Kari, dos.
Härkönen Esko TkT	Jämsä-Jounele S-L, prof.	Saarela Kaija Leena, dos. & TkT
Salmi Tapio, dos. & apul.prof.	Tunkelo Eino, prof.	Uronen Paavo, prof.
Vuori Antti, dos. & TkT	Ylinen Raimo, prof.	

Kerran (54):

Abeysekera John D, prof.	Aittamaa Juhani, prof.	Andersson Bengt, prof.
Björnbom Emilia, prof.	Carlsson Christer, prof.	Dourado Correia António, ap.prof.
Edwards Louis L., prof.	Eskelinen Lauri, TkL	Goossens Louis, Dr
Grundspenkis Janis, prof.	Hatva Tuomo, toht.	Hurme Markku, prof.
Hyppänen Timo, TkT	Hyttinen Marita, FT	Ikonen Enso, TkT
Ismagilov Zinifer R, prof.	Jantzen Jan, prof.	Jutila Esa, prof.
Juuti Pauli, dos.	Kacprzyk Janusz, prof.	Kaddour Najim, prof.
Kiiskilä Erkki, Dr	Koivunen Visa, dos.	Korhonen Raimo, TkT
Kraslawski Andrzej, dos.	Kuusisto Esko, dos.	Lachenal Dominique, prof.
Lakso Esko, ap.prof.	Lantto Heikki, TkT	Lautala Pentti, prof.
Leinonen Arvo, TkT	Leppinen Jaakko, dos.	Linna Matti, prof.
Lönnerberg Bruno, prof.	Luukko Kari, Dr	Melin Esa, toht.
Multsilta Jari, prof.	Olin Markus, dos.	Orpana Veikko, prof.
Paulapuro Hannu, prof.	Pekkarinen Anneli, dos.	Phillips Paul S., prof.
Ponton Jack, prof.	Poppius-Levlin Kristiina, dos.	Puhakka Lauri, prof.
Rajaratnam Nallamuthu, prof.	Riitahuhta Asko, prof.	Rushon Andrew, Dr
Sundquist Jorma, Dr	Takala Josu, prof.	Tarvainen Hannu, TkT, dos.
Uosukainen Harry, dos.	Virokannas Hannu, dos.	Westerlund Tapio, prof.

Lisäksi vastaväittäjinä ovat olleet; määriä ei ole mainittu (edellisessä listassa olevia nimiä ei ole uudelleen mainittu):

(32)

Forssberg Eric, prof.	Heikkilä Sakari, TkT	Hjelt Sven-Erik, vs. prof.
Holappa Lauri, prof.	Hosia Laila, TkT	Isohanni Matti, prof.
Jäppinen Harri, dos.	Karvonen Tuomo, prof.	Kaunonen Antti, TkT
Kess Pekka, prof.	Koivo Heikki, prof.	Koppel Tiit, prof.
Kortela Urpo, TkT	Kurki-Suonio Reino, prof.	Lehtinen Martti, dos. FT
Lipovszki György, Dr	Ma Jitang, prof.	Manninen Markku, TkT
Mattila Markku, prof.	Miettinen Unto, TkT	Niemi Antti, prof.
Niemi Olli, TkT	Paavilainen Leena, TkT	Peltokangas Jouko, dos.
Peltonen Matti, prof.	Pramila Antti, prof.	Rev Endre, prof.
Sorsa Timo, TkT	Syrjänen Markku, ap.prof.	Söderhjelm Liva, TkT
Verho Arto, prof.	Virkola Nils-Erik, prof.	

Kustoksena ovat toimineet:

Halme Aarne (2x)	Hooli Jussi	Härkki Jouko
Keiski Riitta	Kortela Urpo (5x)	Kuopanportti Hannu
Kurronen Sakari	Lakso Esko (2x)	Leiviskä Kauko (12x)
Niinimäki Jouko	Pohjola Veikko (7x)	Sillanpää Mika
Sohlo Jorma (2x)	Tunkelo Eino	Uronen Paavo (4x)
Veijola Väinö	Väyrynen Seppo (6x)	

Liite 3 – Osaston professuurit

PROFESSUURIEN (11) OPETUSALAMÄÄRITTELYT, tilanne 09.09.2003

- MEKAANINEN PROSESSITEKNIikka (nro 184), TkT Jouko Niinimäki nimitetty 1.12.2000 alkaen, ”Mekaaninen prosessitekniikka, käsittäen teollisuusprosessien mekaaniset operaatiot, erityisesti niissä tapahtuvat ilmiöt ja näiden vaikutukset prosessoitavaan aineeseen mm. puunjalostus- ja vuoriteollisuudessa.”
- KEMIALLINEN PROSESSITEKNIikka (nro 177), TkT Veikko Pohjola nim. 1.4.1986 alk., ”Teollisuuden katalyyttiset ja termiset kemialliset prosessit, niiden termodynamiikka ja kinetiikka sekä reaktorimitoitus.”
- AINEEN- JA LÄMMÖNSIIRTOTEKNIikka (nro 181), TkT Riitta Keiski nim. 1.6.2001 alk., ”Aineen-, lämmön- ja liikemäärän siirto ja faasitasapainot ja näiden sovellukset prosessitekniikassa.”
- METALLURGIA (nro 2215), TkT Jouko Härkki nim. ma. 1.2.1992 alk. ja vak. 1.1.-97 alk., ”Raudan, teräksen ja ferroseosten prosessimetallurgia.” Opetus alkoi syksyllä 1991.
- PROSESSITEKNIikka (nro 189), TkT Kauko Leiviskä nim. 1.3.1990 alk., ”Teollisuusprosessien matemaattiset mallit, dynamiikka, säätö ja optimointi.”
- SÄÄTÖ- JA SYSTEEMITEKNIikka (nro 197), TkT Urpo Kortela nim. 1.8.1986 alk., ”Säätö- ja systeemitekniikan teoreettiset perusteet. Digitaaliset prosessi-automaatiolaitteet ja -järjestelmät. Sovellukset kappaleavarateollisuudessa sekä koneautomaatiossa.”
- AUTOMAATIOTEKNIikka (nro 2195), TkT Raimo Ylinen ma 1.2.-97 alk. ja vak 1.4.02 alk., ”Digitaalinen säätöteoria, tietokoneavusteinen systeemi- ja säätösuunnittelu ja tuotantoautomaatio.”
- BIOPROSESSITEKNIikka (nro 2292, virka per. -98) Toht. Peter Neubauer 1.9.2000 alk., ”Bioprosessitekniikka, erityisesti bioreaktorisovellukset, biotekniikan erotusmenetelmät, sekä niiden suunnittelu ja hallinta.”
- VESIHUOLTOTEKNIikka (nro 2620), TkT Mika Sillanpää nim. 1.3.2001 – 31.10.2005, (Kemiran lahjoitusprofessori 5 v.), ”Yhdyskuntien ja teollisuuden vesien ja jätevesien kemiallinen käsittely yhdistettynä muihin käsittelymenetelmiin.”
- VESITEKNIikka (nro 204). Ala määr. uudelleen v. 2001. Toht. Bjørn Kløve nim. 1.8.02 alk., ”Vesistösuunnittelu ja vesivarojen kestävä käyttö.”
- VESIRAKENNUSTEKNIikka (nro 225), TkT Esko Lakso nim. (80-luvulla?), ”Vedenhankinta ja vesiensuojelutekniikka, vesirakenteet, hydraulikka ja yhdyskuntien jätehuolto.”

Liite 4 – Väitöskirjatyö tekijän kannalta

Eetu-Pekka Heikkinen, Tutkijoiden perehdyttämiskoulutus, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, 22.05.2003

Jatko-opiskelijoiden yksilöllisyydestä ja työtehtävien erilaisuudesta johtuen kattavan kuvan antaminen väitöskirjatyössä ja jatko-opiskelussa esiin nousevista kysymyksistä ja ongelmista lienee mahdotonta. Tämän vuoksi pyrin omassa esityksessäni kuvaamaan väitöskirjatyössä ja jatko-opiskelussa esille mahdollisesti nousevia asioita yksittäisten esimerkkien valossa. Esimerkit olen valinnut ensisijaisesti esitettävien yhteydessä esitettyjen kysymysten pohjalta. Kaikki tässä esitetyt asiat ovat subjektiivisia mielipiteitä, joista saa olla eri mieltä.

Tutkimustyö, tutkimusaihe ja jatkotutkimuksen tekeminen

- Ongelmallisinta aiheen valinnassa on tasapainon löytäminen tutkimuksen projektisidonnaisuuden seuraamusten (käytännön läheisyys, teolliset tutkimuskohteet, vaihtuvuus) ja väitöskirjan tieteellisyys- ja uutuusvaatimusten kanssa. Tasapainon löytäminen edellyttää oman tieteenalan tuntemusta siten, että osaa arvioida oman työn tieteellisyttä ja sopivuutta (käytännönläheisiin) projekteihin.
- Jatko-opiskelun eteneminen ei ole muusta elämästä erillinen tapahtuma, vaan riippuu oleellisesti esim. jatko-opiskelijan muusta työnkuvasta (GS, projektitutkija, assistentti, apurahaväitöskirjailija, etc.). Tämän vuoksi etenemisen yksiselitteinen kuvaaminen on hyvin vaikeaa. Kaikissa tapauksissa etenemiselle kannattaisi kuitenkin laatia hyvä suunnitelma (tavoitteet ja aikataulut), koska väitöskirja on niin pitkäjänteisen työn tulos, että sitä tehtäessä on oltava jokin runko, johon voi palata ja jonka mukaan voi arvioida omaa tekemistään. Suunnitelmia voi aina tarvittaessa muuttaa, mutta jos niitä ei ole lainkaan, niin työ ei etene.
- Tutkimustyö on ensisijaisesti opiskelua, opitun hyödyntämistä sekä suullista ja kirjallista esiintymistä.
- Monet erilaiset asiat voivat nousta väitöskirjatyön kynnyskysymyksiksi, mutta niiden tarkempi analysointi ei ole mielekäästä, koska väitöskirjatyö ja jatko-opiskelu ovat aina hyvin yksilöllisiä kuten edellä todettiin. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että oppiminen on helppoa, mutta kasvaminen vaikeaa - niin myös jatko-opiskelussa.

Väitöskirja

- Väitöskirjatyöltä vaaditaan uutuusarvoista tietoa sekä oman aihepiirin nykytilanteen tuntemusta. Juuri uutuusarvoinen tieto erottaa väitöskirjan lisensiaatintyöstä.
- Lisensiaatintyön ja väitöskirjan erojen pohtimisen sijasta on oleellisempaa pohtia, kannattaako lisensiaatintyötä tehdä lainkaan, koska se on aikaa ja resursseja vievää puuhaa, minkä vuoksi sen tekemiselle tulisikin olla jokin hyvä syy.
- Jos jatko-opiskelulle on asetettu selkeät tavoitteet, voidaan väitöskirjankin hyvyttä arvioida vertailemalla toteutunutta suunnitelmiin ja tavoitteisiin. On kuitenkin hyvä muistaa, ettei kaikkea (itse)arviointia ole tarpeellista tehdä itse - sitä varten on olemassa ohjaaja.

Jatko-opiskelija ja ohjaaja

- Jatko-opiskelijalta vaadittavia ominaisuuksia ovat mm. suunnitelmallisuus, tavoitteellisuus, joustavuus, kyky oppia ja hyödyntää oppimaansa sekä päätös siitä, että todella haluaa väitellä.
- Ohjaajalla ja ohjattavalla tulisi olla väitöskirjan suhteen yhteiset tavoitteet. Ts. ohjaajan on sitouduttava edistämään väitöskirjan valmistumista, vaikkei ohjaaja olekaan vastuussa väitöskirjan valmistumisesta.
- Vastuu väitöskirjan tekemisestä on tekijällä itsellään. Jos jokin ulkoinen tekijä (esim. ohjaus) ei toimi niin kuin sen pitäisi, on ohjattavan oltava sen verran oma-aloitteinen, että pyrkii itse vaikuttamaan asiaan. Tärkeää on se, että niin vastuun kuin muidenkin asioiden suhteen pelisäännöt ovat selvät sekä ohjaajalle että ohjattavalle.

Yhteenvetona voisi todeta, että väitöskirjan teko on aina erittäin yksilöllistä, minkä vuoksi toisten etenemistä jatko-opiskelussa ei kannatakaan apinoida sokeasti. Jatko-opiskelussakin on hyvä muistaa, ettei kukaan tiedä kaikkea (ei väitöskirjan tekijä eikä hänen ohjaajansakaan), minkä vuoksi olisikin hyödyllistä omata tietty tutkimusyhteisö, johon olisi mahdollista tukeutua erilaisissa ongelmatilanteissa.

ISBN 951-42-7137-8

ISSN 1238-9404

Oulun yliopisto

Säätötekniikan laboratorio - Sarja B - <http://ntsat.oulu.fi/> [research] > [reports] > [series b]

Toimittaja: Leena Yliniemi

22. **Ikäheimonen J, Juuso E, Leiviskä K, Murtovaara S & Sutinen R**, Keittolipeä- ja massa-analyysi sellun keitossa ja pesussa. Joulukuu 2000. 35 s. ISBN 951-42-5876-2.
- 23.
- 24.
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.
28. **Näsi J, Isokangas A & Juuso E** (2001) Klusterointi kuorimon puuhäviöiden mallintamisessa. Tammikuu 2001. ISBN 951-42-5894-0
29. **Mäki T & Juuso E** (2001) Lingvistinen yhtälöjärjestelmä lääkevalmisteiden rakeistusprosessin dynaamisessa simuloinnissa. Tammikuu 2001. ISBN 951-42-5895-9
- 30.
31. **Joensuu P** (2001) Vikadiagnostiikka sulatuksen laadun-ohjauksessa: Syherön syntyminen ja siihen vaikuttavat tekijät. Tammikuu 2001. ISBN 951-42-5893-2
32. **Ikäheimonen J, Leiviskä K & Ruuska J** (2001) Jatketeiilen tukkeentumisen mallintaminen neuroverkoilla. Helmikuu 2001. ISBN 951-42-5906-8
33. **Ikäheimonen J, Leiviskä K & Ruuska J** (2001) Sulkutangon asennon ja valunopeuden käyttö jatketeiilen tukkeentumisen ennustamisessa. Maaliskuu 2001. ISBN 951-42-5946-7
34. **Ruuska J & Leiviskä K** (2001) LD-KG-konvertterin lämpötilamalli. Toukokuu 2001. ISBN 951-42-6411-8
35. **Ainali I, Juuso E & Sorsa A** (2001) Vesikemikaalien annostelutyökalun kehittäminen: Flotaation perusteet, koejaksot ja mallinnus. Marraskuu 2001. ISBN 951-42-6589-0
36. **Näsi J & Sorsa A** (2002) Jatkuvatoimisen liuospuhdistuksen Pilot-prosessin mallinnus ja prosessikehitys. Helmikuu 2002. ISBN 951-42-6626-9
37. **Ikäheimonen J & Leiviskä K** (2002) Syherödatan analysointi histogrammeja käyttäen. Maaliskuu 2002. ISBN 951-42-6678-1
38. **Ikäheimonen J & Leiviskä K** (2002) Neuroverkot ja lingvistiset yhtälöt jatketeiilen tukkeuman ennustuksessa. Huhtikuu 2002. ISBN 951-42-6700-1
39. **Posio J** (2002) Malliprediktiiivinen säätö. Marraskuu 2002. ISBN 951-42-6887-3
40. **Jaako J** (2003) Säätötekniikan laboratorion opetuskokeiluja III - Opettajien perehdyttämiskoulutus. Helmikuu 2003. ISBN 951-42-6955-1
41. **Ruuska J, Peltonen J & Leiviskä K** (2003) LD-KG-konvertterin dynaaminen ohjaus. Helmikuu 2003. ISBN 951-42-6956-X
42. **Ruuska J & Leiviskä K** (2003) LD-KG-konvertterin lämpötila- ja lisääinemallit. Helmikuu 2003. ISBN 951-42-6957-8
- 43.
44. **Näsi J & Niemelä P** (2003) Hydrometallurgisen prosessin tutkimuskohteita osa 2: Raman analytiikan käyttömahdollisuudet. Huhtikuu 2003. ISBN 951-42-7041-X
- 45.
46. **Heikkinen E-P & Jaako J** (2003) Koulutuksen laatuysikköhakemus ja pedagoginen johtajuus. Elokuu 2003. ISBN 951-42-7091-6

Oulun yliopistopaino
Oulu 2003