

Kompetens-, utbildnings- och forskningsbehov för framtida god design inom processindustrin



Anders Björk, Håkan Fridén, Erika Tönnerfors, Sofia Andersson

Författare: Anders Björk, Håkan Fridén, Sofia Andersson, IVL Svenska Miljöinstitutet
Erika Tönnerfors, SP Process development

Medel från: Strategiska innovationsprogrammet Processindustriell IT och Automation, en gemensam satsning av VINNOVA, Formas och Energimyndigheten.

Fotograf: Anders Björk (Övre bilden); KTH/IVL (Nedre bilden)

Rapportnummer: C 196

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2016

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90

www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Förord

Detta dokument om goda råd är resultatet av arbetet som utförs i projektet INPROASIT som genomförs inom det Strategiska innovationsprogrammet Process-industriell IT och Automation (PiiA), en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Projektet tillkom i diskussionerna mellan PiiA och arbetsgruppen som tog fram den strategiska innovationsagendan PI-Nordic¹.

Svensk industri måste kunna ställa om produktionen snabbare i framtiden, kunna köra korta serier och många olika produkter. Detta innebär krav på kortare och effektivare utvecklingscykler.

I den här skriften samlar vi gruppens sammanfattning av *Kompetens-, utbildnings- och forskningsbehov för framtida god design inom processindustrin*.

”Integrerad design inom processindustrin” är ett heltäckande begrepp för produktionsprocesser, vari det ingår:

- Sjalva processen med sin fysik och kemi
- Utrustning
- Instrumentering
- Övervakning och styrning med PLC och SCADA
- Överordnad och samordnande avancerad processtyrning, APC
- Produktionsplanering och produktionslogistik.

För att få en bredare bakgrund till den europeiska och svenska processindustrins utmaningar, se exempelvis: ”SusChem Strategic Innovation and Research Agenda”², ”SPIRE Roadmap”³, ”European Roadmap for process automation”⁴, ”Nationell Kraftsamling för Processindustriell Automation”⁵ samt ”PI-Nordic – A strategic research and innovation agenda for process intensification and innovation in process industries”⁶.

Huvudarbetet från detta projekt ligger på rapporten Goda råd för integrerad design inom processindustri. Vi har valt att lägga dessa två delar i separata publikationer eftersom syftena är olika och även målgrupperna delvis.

Denna rapport har i huvudsak två målgrupper och syften

- För ingenjörer, tekniker och chefer som arbetar med process-, reglerteknik, automation och process IT för att få en överblick vad andra inom industrin anser är viktigt.
- För processindustrin, universiteten och forskningsinstituterna samt forskningsfinansiärer, genom att inventera behov och föreslå insatser för tvärfunktionell forskning och utbildning mot olika designdiscipliner som arbetar i eller tillsammans med processindustrin.

¹ <http://pi-nordic.org/>

² <http://www.suschem.org/cust/documentrequest.aspx?DocID=928>

³ http://www.spire2030.eu/uploads/Modules/Publications/spire-roadmap_december_2013_pbp.pdf

⁴ http://www.processit.eu/Content/Files/Roadmap%20for%20IPA_130613.pdf

⁵ http://media.sip-pii.se/2014/06/svensk_agenda.pdf

⁶ http://pi-nordic.org/wp-content/uploads/2015/03/Agenda_PI_Nordic_2015-03-26.pdf

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning	6
Summary	8
1 Kort om utbildning inom området	9
2 Identifierat kompetensbehov nu och i framtiden	10
3 Önskvärda utbildningsinsatser för framtida kompetensbehov.....	10
4 Axplock av forskning inom området	11
5 Önskvärda forskningssatsningar	12
6 Företag, organisationer och personer som bidragit till denna skrift	14
6.1 Huvudförfattare	14
6.2 Följande personer har bidragit med text eller granskat skriften	14
6.3 Företag och organisationer i projektgruppen	14

Sammanfattning

Denna rapport är ett delresultat från Workshops som genomförts i projektet INPROASIT. Den andra delen behandlar konkreta goda råd för design i processindustrin.

Vi identifierade översiktligt nuläget och faktorer som på sikt är viktiga för erhålla en god design i processindustrin. Områden vi tittade på och presenterar är:

- Utbildning inom området integrerad processdesign i processindustrin.
- Kompetensbehov nu och i framtiden samt
- Önskvärda utbildningsinsatser för framtida kompetensbehov.
- Ett axplock av nuvarande forskning inom området.
- Önskvärda forskningssatsningar inom detta breda område som spänner över olika discipliner.

Summary

This report is a partial result of workshops conducted in the project INPROASIT. The second part deals with practical advice for the design in process industry.

We identified outline the current situation and the factors that ultimately are important to obtain a good design in process industry. Areas we looked at, and presents are:

- Training in integrated process design in process industry.
- Competence needs now and in the future as well
- Desirable education for future skills needs.
- A selection of current research in this area.
- Desirable research initiatives, in this broad area of process design.

1 Kort om utbildning inom området

Det är få sökande till utbildningar i kemi-, styr- och reglerteknik vilket gör det svårt att rekrytera duktigt folk. Är man datorintresserad vill man plugga spelprogrammering, inte PLC-programmering. Här har studievägledarna en central roll för att inspirera till tekniska studier, men ofta saknar de själva Na-bakgrund vilket är ett dilemma. Studievägledarna kan dock arrangera studiebesök, sommarjobb och praktikplatser, något som man inom industrin är beredda att bidra med.

Teknikintresset hos de unga behöver tas omhand redan på låg- och mellanstadierna. På högstadiet falnar det som utbildningen ser ut i dag. Matematiken bör och kan göras roligare. En TV-serie om integrerad automation och processteknik skulle kunna göras för att visa på utvecklingsmöjligheterna och locka fler studenter till utbildningsprogrammen. Vi vill också se mer TV-program av typen "Felix stör en ingenjör".

Vi ser behov av både de personer med hög teoretisk kompetens och de som kan produktion och processer. Utbildning i detta avsnitt spänner över vissa gymnasieutbildningar, yrkesteknisk högskola samt högskolor och universitet. Flera personer som deltagit på våra workshops anser att de numera borttagna kraven på praktik bör läggas tillbaka som del i utbildningen på alla nivåer.

När det gäller gymnasieutbildningar så är el- och energiprogrammet en ingång till el och automationsteknik. Inom yrkeshögskolorna finns det på flera platser utbildningar inom automation och elteknik. Dessa utbildningar är tvååriga och är en värdefull rekryteringsbas enligt automationsföretagen.

Mittuniversitetet har en utbildning till automationsingenjör på 180 hp. Kursen startade 2014, är ganska populär och har cirka 30 deltagare per årskurs. Drygt hälften går kursen på distans.

LTH har en specialisering inom Processdesign under år 4 och 5 för i första hand civilingenjörsprogrammen för Bioteknik, Kemiteknik och Ekosystemteknik. Det finns ytterligare en specialisering, Bioprocesssteknik, som har mycket gemensamt med Processdesign. Inom specialiseringen ges kurser som ger fördjupning i grundläggande teori, i design av enskilda enhetsoperationer och processteg, systemlösningar för material- och energiåtervinning. Till detta kommer kurser i processsimulering och processreglering. Karaktäristiskt för specialiseringen är en stor projekteringskurs som bygger på en aktuell industriell fallstudie. Trots detta fokus på Processdesign finns inga moment för Integrerad process-, automation-, styr- och reglerdesign. En anledning kan vara att dessa frågor är inom akademien uppdelat på flera ämnen som organisatoriskt är långt från varandra. Inom avdelningen för industriell elektronik och automation på LTH finns ett stort utbud av kurser inom automation, elkraft och elektronik.

Teknologerna vid Chalmers kommer inom ramen för de två utbildningsprogrammen *Kemiteknik* och *Kemiteknik med fysik* i kontakt med designprojekt under årskurs två. I designprojektet integreras kunskaper från teoriavsnitten av kursen *Grundläggande kemiteknik* på en större projektuppgift. Syftet är att arbeta med ett större projekt som innefattar allt från att ta fram reaktionsvägar, flödesschema, bygga en simuleringsmodell i Matlab till att genomföra en kostnadsuppskattning för en process. I kursen *Preliminary Plant Design* på master-nivå utgörs av kursen ett projekt där en kemisk processanläggning med alla sina delar planläggs genom användande av moderna datorbaserade verktyg. Systemtänkandet betonas och olika aspekter av drift, kontroll, säkerhet, miljö, hållbarhet, optimering och ekonomi ingår. Studenterna kan få en fördjupning i styr och reglerteknik genom att läsa valbara kurser inom masterprogrammet *Systems, Control and Mechatronics*. På samma sätt som på LTH finns inga moment för integrerad process-, automation-, styr- och reglerdesign.

På LTU ligger processintensifiering som målsättning i projektkursen "Projektering av biokemiska/kemiska processanläggningar" där fokus ligger på bioprocesser där 60-80% av produktionskostnaden står för separation och upprening. Utmaning för studenterna ligger i att finna integrerade lösningar både mot befintlig industri men också att kombinera enhetsoperationer och flöden som ger besparingar. Studenterna kan utvärdera olika scenarios med sina modeller som de för närvarande bygger i SuperPro designer. I cellulosa och pappersteknikskursen berörs processintensifiering då nya alternativa produkter diskuteras. Generellt är ett större inslag av processreglering dock önskvärt. Som ett första led i detta introducerades en ny typ av molnbaserade simuleringar i PiiA-projektet GameOn i kursen cellulosa och pappersteknik. Grunden för simuleringar var Optimization ABs modelica simulerings bibliotek VISA samt simuleringsplattformen Everysim. Studenterna fick uppgiften att styra processen för produktionshöjning och kvalitetsstyrning där hantering av fördefinierade nivå-, flödes- och kvalitetsregleringar krävdes. Inslaget i utbildningen var mycket givande och studenterna önskade detta som komplement efter varje teoripass och för nästan samtliga studenter var detta en första kontakt med reglerteknik.

Det finns även liknande utbildningar som nämnts ovan på KTH, LiTH och Uppsala universitet.

2 Identifierat kompetensbehov nu och i framtiden

Erfarna processtekniker, drifttekniker och "instrumentare" inom el och automation riskerar bli en bristvara om vi inte lyckas locka fler till utbildningarna, som i många fall finns inom yrkeshögskola.

Generell ingenjörsmässighet och kritiskt tänkande är ständigt relevant. Likväl djup i form av specialistkunskaper som bredd i form av insikt inom flera områden är viktig kompetens att tillvarata.

Inom den svenska industrin finns en bred uppfattning om att de svenska instituten har en nyckelroll. De ses som den mest naturliga partnern för utveckling och modernisering.

3 Önskvärda utbildningsinsatser för framtida kompetensbehov

Det är viktigt att det finns personer som har förståelse för både processteknik och automation. Dessa tvärfunktionella kompetenser är viktiga i kommunikationen mellan programmerare och processingenjörer.

Översiktskurser inom flera områden bör finnas med i ingenjörsutbildningarna med process inriktning, t.ex. processautomation, instrumentering samt industriell IT.

Översiktskurser i kemi- och processteknik bör finnas att tillgå på utbildningar för ingenjörsutbildningar riktade mot processindustrin, t.ex. el, automation och maskin.

Vi tror det skulle vara bra om universiteten hade ett utökat samarbete med yrkeshögskolorna och undersöka möjligheten att gemensamma kursdelar.

Det behövs kompetensutveckling även efter examen. Program för fortbildning inom kombinerad process- och automationsdesign behöver ingå för den anställde vid sidan av de vardagliga arbetsuppgifterna, liksom utbildning i de mjukvaruverktyg som används. Exempel på mjukvaruverktyg eller processsimuleringsverktyg av denna typ är Aspen Plus, HYSYS, ChemCAD, Pro/II och gPROMS.

Kunskaper i kvalitetsarbete (Lean, 6 Sigma, Kontinuerlig förbättring) blir mer och mer önskvärt, liksom hantering och analys av stora datamängder (Big Data).

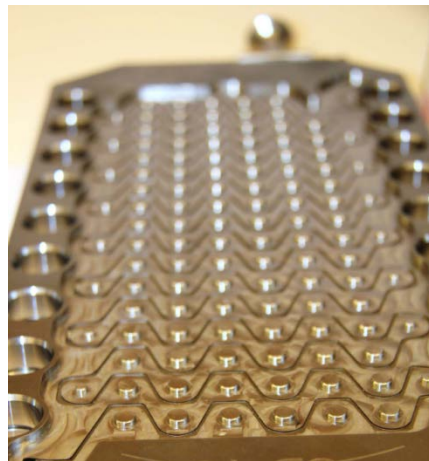
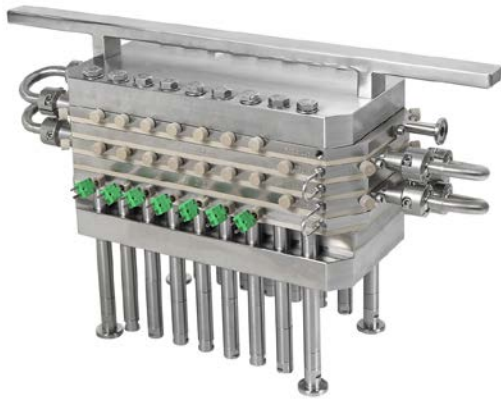
Många som i dagsläget arbetar med automation har en gymnasieexamen som man har byggt på med kurser från systemleverantörer eller företagsinterna utbildningar. Det har tidigare varit svårt att få tillgång till dessa utbildningar utan att redan vara anställd. Vi hoppas att nya yrkesutbildningar kan överbrygga detta.

4 Korta exempel på forskning inom området

Vi ger i detta avsnitt ett begränsat antal exempel på forskning inom området:

Många industrier, som t ex oljeraffinaderier, står inför stora utmaningar vad gäller reduktion av utsläpp, förbättrad energieffektivitet och kanske framförallt en ökad användning av förnyelsebara biobaserade råvaror. För att kunna genomföra de miljöförbättrande modifieringarna krävs ofta en mycket hög grad av integration med existerande delar av anläggningarna. Detta kan potentiellt ge stora energibesparingar, men hög värmeintegration ställer också mycket höga krav på systemen.

Vid så kallad pinchanalys och liknande metoder för energioptimering tar man fram ett antal olika konfigurationer, av t ex värmeväxlarnät, där vissa väljs bort utifrån resonemang kring drift, styrbarhet och säkerhet. Analysen och resonemangen är dock baserade på statiska samband, vilket innebär att lösningar som tagits fram ibland inte fungerar som avsett på grund av processernas dynamik. Av samma skäl kan lösningar som kan uppvisa högre energieffektivitet väljas bort trots att de skulle kunna fungera bra med rätt typ av reglering.



Till höger plattreaktorn ART(R) PR37 och till vänster en platta i plattreaktorn ART(R) PR37

Staffan Haugwitz har i sin doktorsavhandling "Modeling, Control and Optimization of a Plate Reactor"⁷ tittat på reglering och modellering av en typ av reaktor som är väl lämpad för processintensifiering. Reaktorn kallas plattreaktor och är en kombination av en reaktor och en plattvärmväxlare.

Utdrag ur sammanfattningen av avhandlingen:

"Målet med avhandlingen är att utveckla och tillämpa reglermetoder för att kunna utnyttja den potential som det nya reaktorkonceptet erbjuder. En olinjär fysikalisk modell av plattreaktorn har tagits fram, vilken har använts till systemanalys och modellbaserad reglering. Baserat på modellen har olika styrsignaler undersökts och hur processdesignen och val av styrsignaler påverkar reglerdesignen. Två reglerkoncept har undersökts, decentraliserad reglering med PID-regulatorer och centraliserad reglering med modellpredikerande reglering. Dessa två koncept har utvärderats och jämförts ifråga om designmetodik, prestanda och praktisk tillämpbarhet."

5 Önskvärda forskningsinsatser

Utifrån underlaget från workshop och vår analys har vi identifierat följande forskningsinsatser som vi anser speciellt viktiga.

Ett område där Sverige har naturliga förutsättningar för är råvarubaserade material, såsom nya kemikalier extraherade ur överskottsmaterial. För detta behövs mer kunskap om kristallisation, separation, rening och flerfastransporter, samt erfarenheter om processintensifiering.

Grön el öppnar för att använda elektricitet som drivande kraft i syntes och reaktion: elektrolys, elektrodialys, fotoreaktioner. Det pågår mycket lite forskning inom området men det finns exempel på att fördelarna skulle kunna bli stora om mer resurser skulle satsas på detta område.

Samla krafterna kring utvecklingen av pilotanläggningar för intensifierade processer. I nästa steg kan sådana pilotanläggningar bli utvecklade till flyttbara produktionsanläggningar, s.k. containerproduktion. Detta kan möjliggöra hemtagning av kemikalieproduktion från Asien.

Forskning som pågår kring smarta elnät och ADR (Automatic Demand Response) för fjärrvärmesystem överförs redan i dagsläget till processindustrin och detta behöver fortsätta.

Det finns potential i utveckling av nya och snabbare givare, högre noggrannhet, bättre stabilitet och andra mätområden. Men även pumpar och ventiler behöver bli snabbare och noggrannare.

I och med att antalet processsignaler ökar starkt och därtill integreras i styrsystemen behövs det tillförlitliga metoder för automatisk feldetektering och givarövervakning.

Vi efterlyser också forskning på energiflöden i större system och återvinning i reningsverk. Även processmodellering och modellbaserad styrning, och speciellt då inom områdena vatten och energi.

Återvinning av energi från avloppsvatten (efter rening) är speciellt intressant eftersom man vill ha upp temperaturen på vintern och ibland ned den på sommaren för att den biologiska reningen skall vara så effektiv som möjligt. Energin finns där den behövs, d.v.s. mitt i städerna.

⁷ Haugwitz, Staffan, Modeling, Control and Optimization of a Plate Reactor, Lund University, Department of Automatic Control, 2007, <https://lup.lub.lu.se/search/publication/598960>

Verktyg för övergripande produktionsplanering och operationsanalys är ett område som är viktigt för ekonomin och anläggningsutnyttjandet. I takt med att nya processer introduceras med processintensifiering är det rimligt att anta att mellanlager elimineras, vilket leder till att en enhetsprocess snabbt får "råvarubrist" eller "fullt framåt". Detta betyder att kraven på tillgänglighet ökar vilket t.ex. innebär att underhåll måste planeras på ett optimalt sätt. Som stöd för detta bör simuleringar användas.

Att underlätta underhållsarbete med processtyrning genom lättanvända och goda verktyg för reglerdesign för att förstå vilka signaler som bör användas tillsammans med varandra.

En utökad forskning om vad Sakernas Internet/ Internet of Things (IoT) kan innebära för att ta fram mer flexibla och smarta automationssystem bör också göras. Det finns en stor potential i att använda "smarta" komponenter som kan kommunicera med övergripande system. Men det finns även säkerhetsrisker med uppkopplade saker som kommer från IoT-hållet, allt fler säkerhetsproblem uppmärksammas, så även här behövs mer forskning.

Konceptet IoT öppnar också nya möjligheter där smarta komponenter, t.ex. pumpar med inbyggd intelligens ökar möjligheterna till styrning, övervakning och mer optimerat underhåll. Något som öppnar för "Smart Maintenance" d.v.s. ett smart underhåll som baseras på sensordata och datamodeller i högre utsträckning än i dagsläget och något som kan spara både pengar, energi och andra miljöresurser. Men även här behövs mer och djupare studier för att stödja den utvecklingen.

Det finns även potential för utveckling av system för att automatiskt dokumentera hur automations-, process IT- samt IoT-system är sammankopplade. Att bara dokumentera automationssystem med komponenter från olika leverantörer kan vara en utmaning. I de system som börjar utvecklas finns nu flera lager av funktionalitet (fältinstrumentering, nätverkskomponenter, IO-moduler, controllers, IoT-apparater, mjukvaror för processindustriell IT, osv) som behöver dokumenteras kontinuerligt vid ombyggnationer och tillägg av ny utrustning eller mjukvara.

Något som även saknas är goda mekanistiska modeller för partikulära material, blandning, flerfasströmning något som kan fördröja användningen av PI.

6 Organisationer och personer som bidragit till skriften



Bilder från workshopen i Göteborg 4:e februari.

6.1 Huvudförfattare

Anders Björk, Håkan Fridén, Erika Tönnerfors, Sofia Andersson

6.2 Följande personer har bidragit med text eller granskat skriften

Bernt Nilsson, Peter Lingman, Krister Ström, Oleg Pajalic, Bo Olsson, Marcus Christiansson, Martin Lundström, Robert Zanton, Marcus Hasselgren, Martin Skarstind, Lennart Öhlund, Lars Josefsson, Mark Max-Hansen, Nina Rabe, Thomas Gillblad, Jesper Karlsson, Karin Eriksson, Thomas Gillblad.

6.3 Företag och organisationer i projektgruppen

IVL Svenska Miljöinstitutet, Optimization, IKEM, FS Dynamics, ÅF konsult, Midroc, Cactus Utilities, Kemiklustret, SP Process Development, Perstorp, Chalmers, Open Systems Engineering och Lunds Tekniskahögskola.



INNOVATION
BY EXPERIENCE

IKEM

Innovations- och kemiindustrierna i Sverige



OPEN
SYSTEMS
Engineering



Perstorp

WINNING FORMULAS



Process
Development

VÄSTSVENSKA
**Kemi- och
Materialklustret**

Optimation®

CACTUS

FS DYNAMICS



 **ivl**
SVENSKA
MILJÖINSTITUTET

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90
www.ivl.se