

**Svensk
Produktionsforskning
2020**



STRATEGISK FORSKNINGSAGENDA

Förord

Produktion i världsklass är en förutsättning för att svensk tillverkningsindustri ska kunna konkurrera framgångsrikt globalt. Sverige har här starka traditioner i industrin, men även på institut och högskola. Vi har dock kunnat konstatera att detta kunnande urholkats, att intresset för produktionstekniska utbildningar minskat samt att forskningen tunnats ut. Därför tog Teknikföretagen, tillsammans med andra aktörer, initiativ till IVA-projektet ”Produktion för konkurrenskraft”, som bland flera nyckelfrågor lyfte fram behovet av en stärkt samordnad forskning inom produktionsområdet. Även från fordonssidan har på senare år betydande insatser gjorts inom det s.k. MERA-prgrammet att lyfta produktionsforskningen.

Produktionens avgörande betydelse för samhällets utveckling har även lyfts upp på Europainivå i framtagning av kommissionens agenda ”Manufuture”.

Därför ser vi på Teknikföretagen denna forskningsagenda ”Svensk Produktionsforskning 2020” som ett viktigt instrument att samla industrin, akademien och instituten tillsammans med forskningsfinansiärerna i en gemensam plattform för utveckling av de strategiska projekt som på ett avgörande sätt kan stärka förutsättningarna för Sverige att vara ledande på såväl traditionella områden som nya områden, med nya material, produkter och processer.

Denna forskningsagenda är även ett viktigt inslag i skapande av en nationell plattform för dialogen med EU:s forskningsprogram på området.

Vi har från Teknikföretagen tagit initiativ till att denna gemensamma forskningsagenda kommit till stånd. Vi utgår nu från att myndigheter och forskningfinansiärer ställer resurser till förfogande för att förverkliga denna agenda för att långsiktigt säkerställa svensk konkurrenskraft på detta för Sverige vitala område. Vi kommer tillsammans med alla våra medlemsföretag medverka till att agendan omsätts till strategier och projekt.

Anders Narvinger

VD Teknikföretagen

Sammanfattning

Svensk tillverkningsindustri, som genererar 50% av Sveriges varuexport, står inför stora förändringar. De huvudsakliga drivkrafterna för förändring är ökande krav på ekologisk uthållighet och globalisering. Sverige har som industrination stora möjligheter att förstärka konkurrensförmågan, genom en snabb omställning till de nya villkoren. Produktionsutveckling är en nyckelkompetens för att förnya industrisverige, dels för att utveckla inhemsk produktion, dels för att öka Sveriges attraktionskraft som utvecklingsbas för de globala företagen.

Avancerad produktionsforskning i nära samverkan med de tillverkande företagen är en nyckel till industriell utveckling.

Föreliggande agenda är industrins och akademins gemensamma målbild för fram till 2020. Agendan som är avsedd att ligga till grund för en detaljerad forskningsstrategi, har utarbetats gemensamt av *Teknikföretagen*, *Svenska Produktionsakademien* och *Swerea IVF* och har tagits fram av Jan Sjögren, IVF, respektive Johan Stahre, Chalmers.

Agendan pekar dels ut de utmaningar som svensk tillverkningsindustri står inför samt viktiga forskningsområden för att klara utmaningarna.

Förslag till åtgärder för att utveckla en nationell strategi för svensk produktionsforskning

Ökande globalisering och behov av ekologisk, social och ekonomisk uthållighet skapar stora möjligheter för svensk tillverkningsindustri. För att ta tillvara möjligheterna behövs kraftfull och samlad forskning inom produktionsområdet.

Det finns en stark enighet mellan industri, akademi och institut om behovet av en gemensam produktionsforskningsstrategi. Den föreliggande forskningsagendan har därför utvecklats i nära samverkan med avsikten att den skall utgöra grunden för en kommande och detaljerad strategi.

Den svenska produktionsforskningsstrategin skall omfatta tids- och resursmässiga prioriteringar för utmaningar och långsiktiga forskningsområden.

Industri, akademi och institut har gemensamt skapat agendan genom att identifiera globala och långsiktiga utmaningar. Dessa kompletteras av en bred inventering av industriellt och akademiskt angelägna forskningsbehov. Arbetet har utförts av Teknikföretagens Produktionsforum, Svenska Produktionsakademien samt Swerea.

Vi föreslår att VINNOVA får i uppdrag att leda arbetet för att utveckla en detaljerad strategi. Industrin och akademien är beredda att medverka med kompetens.

Arbetet bör initieras snarast för att kunna ingå i den mera detaljerade planeringen av strategiska forskningsprogram som förutses ingå i regeringens forsknings- och innovationsproposition hösten 2008.

Inledning

Produktion i Sverige är en fundamental förutsättning för fortsatt svensk välfärd. Tillverkningsindustrin står för c:a 50 % av svensk export (SCB 2007) och sysselsätter direkt 350 000 människor. Konsult- och tjänsteföretag verkar direkt mot dessa företag och det innebär att över 700 000 svenskar är sysselsatta i denna industri. Sverige har en extremt stor andel globala tillverkningsföretag, i förhållande till folkmängden, där produktionen styrs och utvecklas av tekniker i Sverige. Med en stark och uthållig produktionsforskning, kan miljön för produktionsutveckling utvecklas till internationell excellens och därmed bilda underlag för en kraftig tillväxt av arbetsplatser för ingenjörer.

Den globala konkurrensen inom produktionsområdet är mycket skarp. Asien, USA och Europa satsar för närvarande stora resurser på industriell och akademisk forskning för att skapa konkurrensfördelar inom produktionsområdet. Deras insatser inom ny teknik och nya metoder för att öka industriproduktionens flexibilitet, uthållighet och innovationsförmåga innebär en utmaning för svensk konkurrenskraft, som måste mötas i tid och med kraft.

Svensk produktionsforskning måste kraftigt förstärkas om Sverige skall kunna utvecklas vidare som ledande industrination. Industriell framgång bygger på utbildade forskare och forskningsresultat från en stark universitetsforskning. Samtidigt måste insatser inom akademi, industri och institut samverka mot gemensamma mål för att möta de utmaningar vi står inför. Samarbetet bör utgå från en gemensam och långsiktig strategi där industri, akademi och finansärer enats om viktiga prioriteringar. Föreliggande dokument är framtaget i samarbete mellan svensk industri, akademi och institut för att utgöra grunden till en svensk strategi för produktionsforskning fram till 2020.

Denna strategiska forskningsagenda samlar industrins och akademins syn på produktionsforskning. Agendan bör därför vara vägledande för vilka forskningsutmaningar som långsiktigt behöver antas.

FAKTA: PROCESS FÖR FRAMTAGANDE AV FORSKNINGSAGENDAN

Svensk industri, akademi och institut har tillsammans skapat ett förslag på strategisk agenda för svensk produktionsforskning. Agendans planeringshorisont är satt till år 2020 och är resultatet av nära samarbete mellan *Teknikföretagen*, *Svenska Produktionsakademien* samt *Swerea IVF*. Forskningsagendan skall skapa underlag för en långsiktig handlingsplan som baseras på utmaningar och identifierade forskningsbehov.

Teknikföretagen har initierat utveckling av agendan genom sin intressegruppering för produktionsfrågor, Produktionsforum. Sju viktiga utmaningar som både svensk och global tillverkande industri står inför bildar den långsiktiga kravbilden för svensk tillverkningsindustri. Underlaget för utmaningarna har hämtats i internationella och nationella undersökningar.

Omedelbara forskningsbehov har förtydligats genom en nationell enkätundersökning i svensk tillverkningsindustri där forskningsområden identifierades. Teknikföretagen genomförde undersökningen bland sina medlemsföretag. Institutet Swerea IVF representerade industriforskningsinstituten i identifieringen. Svenska Produktionsakademien är en sammanslutning för samtliga svenska produktionsforskare och har som syfte att samordna svensk forskning och utbildning mot internationell akademisk excellens. Produktionsakademien har identifierat viktiga forskningsområden och forskningsbehov, dels genom intern kartläggning bland Sveriges produktionsprofessorer dels genom en vetenskaplig konferens i Göteborg 2007.

De föreslagna områdena är sådana att Sverige kan hålla en god akademisk position. De två prioriteringsprocesserna har pågått parallellt med den industriella enkätundersökningen. Totalt 60 identifierade forskningsområdena från industri och akademi har därefter sammanställts och gemensamt prioriterats av ett urval av industrier, av nio svenska produktionsprofessorer samt av representanter för industriforskningsinstituten. Resultatet av prioriteringen är 16 angelägna forskningsområden på vägen mot att utveckla svensk tillverkningsindustris möjligheter att klara de långsiktiga utmaningarna. Hela processen har koordinerats av en mindre arbetsgrupp med representanter från industri, akademi och institut. Resultat från arbetet har kontinuerligt avrapporterats till, Produktionsakademiens presidium samt till Produktionsforum.

Tillverkningsindustrins konkurrenskraft och uthållighet

Förutsättningarna för svensk industri förändras snabbt. Två dominerande orsaker är den snabba globaliseringen av industri och samhälle samt accelererande krav på uthållighet ur såväl miljömässiga som sociala och ekonomiska perspektiv.

En viktig faktor för svensk industris konkurrenskraft är kravet på ett *uthålligt samhälle*. Kraften i denna utveckling kunde inte förutses för tio år sedan trots att uthållighetsbegreppet beskrevs av Brundtland-kommissionen redan 1987 (Ref Brundtland). Kommissionen definierar begreppet som en balans mellan ekologiska, sociala och ekonomiska faktorer. Sverige är på många sätt ett föregångsland inom såväl ekologisk som social uthållighet. Mycket stora utmaningar väntar, men industrin kan genom rätt satsningar vända nya uthållighetskrav till en avgörande konkurrensfördel för landet.

Svensk industri står inför en av de största utmaningarna i modern tid. Minskade handelshinder, konkurrens från låglöneländer och internationella ägarstrukturer skapar tillsammans med klimatfrågorna och den snabba utvecklingen i bland annat Asien och Östeuropa ett kraftigt omvandlingstryck på svenska tillverkningsföretag. För att inta en globalt ledande position måste tillverkningsindustrin utveckla sin förmåga att hantera snabba förändringar på ett mycket kraftfullt sätt. Globaliseringens utmaningar skapar ett växande behov av flexibilitet, snabbhet och kostnadsminimering i hela den värdekedja av högt specialiserade företag, som utvecklar och tillverkar produkter. För att möta låglönekonkurrensen måste även kunskapsinnehållet i svenska industriprodukter utvecklas. De företag som drastiskt kan minska tiden från kundbehov till leverans vinner stora konkurrensfördelar. För många produkter är tiden från idé till produktion i full volym, en tredjedel av vad den var för tio år sen. I tillverkningsföretagen måste alla delar av värdekedjan arbeta samtidigt och koordinerat, för att de ska vara konkurrenskraftiga.

Snabb omställning av tillverkningsindustrin i riktning mot nya klimatmål innebär radikala förändringar i utformningen av produkter, produktionssystem och produktionsprocesser. Utvecklingen riktas mot exempelvis lätta produkter, material som ger minskad miljöpåverkan, energisnåla tillverkningsprocesser samt system för demontering och ”recycling”. Miljöpåverkan från framtida produktionssystem måste närma sig noll. Samtidigt måste produktionen utvecklas för att kunna hantera de nya, miljöanpassade produkter som marknaden efterfrågar. Svensk industri har möjlighet att inta en globalt ledande position i omställningen mot klimatomfattande uthållighet och för detta krävs omfattande satsningar på forskning och utveckling.

Ett bra exempel är de satsningar som sker inom Svensk fordonsindustri för att bl.a. klara konsument- och samhällskrav på CO₂-emissioner. Helt nya villkor ställs på hantering och produktion när nya material och materialkombinationer skapas. Liknande förändringar kan förutses i andra branscher som tillverkar energiförbrukande produkter. För att bl.a. fordonsindustrin skall förstärka sin konkurrenskraft ytterligare bör kraftiga satsningar ske på forskning och industriell produktionsutveckling för miljöorienterade produkter.

Sverige har historiskt betraktats som ett föregångsland vad gäller arbetsmiljö, innovation, säkerhet och social uthållighet. Mycket viktiga konkurrensfördelar är den höga yrkeskompetensen samt förmågan att utnyttja avancerad informationsteknik i alla delar av organisationen.

I tider av snabb förändring har svensk industri unika förutsättningar då traditioner och kultur inom svenskt arbetsliv ger effektivt samarbete över organisatoriska gränser. För att nå maximala industriella prestanda måste en stor mängd beslut tas långt ut i organisationen, vilket kräver engagerad och kompetent personal. Svenska metoder för att organisera kvalificerade arbetsplatser var internationellt erkända långt innan Toyotas metoder fick allmän spridning. Sverige har stor möjlighet att ta internationellt ledarskap när det gäller social uthållighet i modern produktion, och denna utveckling kommer att kräva målinriktad forskning i nära samarbete mellan industri och akademi. Utan sådana satsningar kommer vi inte att kunna dra full nytta av den potential som finns i den välutbildade, svenska arbetskraften.

Små och medelstora företag är viktiga komponenter i den svenska industristrukturen. Svensk tillverkningsindustri agerar vanligen i långa värdekedjor, där större företag samverkar med många små leverantörer. Förmåga till snabb informationshantering och effektiv logistik blir viktiga faktorer i det distribuerade produktionssystemet. Att stödja och utveckla de mindre företagen i värdekedjan är en speciellt viktig utmaning för svensk forskning.

Svenska Globaliseringsrådets rapport ”Kunskapsdriven tillväxt” pekar på uthålliga satsningar på forskning som en avgörande konkurrensfaktor. IVA:s utredning ”Produktion för konkurrenskraft” drar samma slutsatser och lyfter fram den produktionsforskning som bedrivs av universitet, institut och industri.

Forskning och utveckling inom produktionsområdet är strategiska funktioner för tillverkningsindustrin som normalt lokaliseras geografiskt nära företagens lednings- och produktutvecklingsfunktioner. Den starka kopplingen mellan produktutveckling, produktionsutveckling och placeringen av produktion ger därmed kraftiga, regionala sysselsättningseffekter.

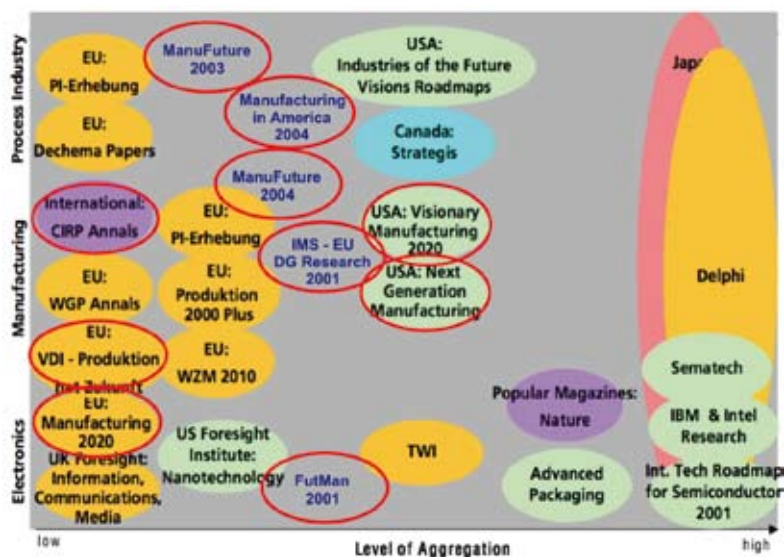
Svensk produktionsforskning

Kvalificerad svensk forskning inom produktionsområdet är till övervägande del tvärvetenskaplig och genomförs av universitet, institut och industri i nära samarbete. Svenska produktionsforskare är internationellt mycket aktiva och arbetar i globala akademiska nätverk med höga krav på vetenskaplighet inom forskningsdisciplinen. Internationell produktionsforskning finns ofta nära tillverkningsindustrin. Samarbetet mellan akademiska forskare, forskare/utvecklare i industrin samt industriforskare vid institut är mer regel än undantag. I framgångsrika spetsforskningscentra arbetar industri och akademi sida vid sida. Universitetsforskare använder ofta industrin som laboratorium, då många frågeställningar är beroende av omgivande system och svåra att upprepa i en akademisk laboratoriemiljö. Svenska forskningsfinansiärer har uppmuntrat ett nära samarbete och mobilitet mellan akademi och industri. Forskning och utveckling inom produktionsområdet berör normalt flera discipliner och tvärvetenskapliga ansatser är därför ofta norm.

En svensk produktionsforskningsstrategi kan dra nytta av goda erfarenheterna från tvärvetenskaplig forskning i nära samarbete mellan aktörerna. Effektivt och långsiktigt forskningssamarbete bygger på gemensamma målbilder, djup expertis samt starkt förtroende för samarbetspartnerns förmåga. Därför är det viktigt att forskningsutmaningarna upplevs som relevanta. Industri och akademi har normalt olika interna tidsperspektiv och belöningsystem.

Strategiska utmaningar

Konkurrenter i Asien, USA och övriga Europa står inför samma globala utmaningar som svensk tillverkningsindustri och akademiska forskning inom produktionsområdet. Sveriges konkurrenskraft beror på hur väl företag och forskare lyckas identifiera och klara de utmaningarna. De senaste åren har ett stort antal studier gjorts i starka industrinationer, för att dra upp riktlinjer för framtidens produktion.



Figur 1. Internationella studier kring produktionsområdet
(Baserad på Futman *Industrial Approaches - Transformation Processes Strand Report*)

I ett flertal av studierna identifieras liknande, centrala utmaningar. De bygger på kundbehov, samhällskrav och hänsyn till kommande generationer. Centrala utmaningar beskrivs bl.a. i en global Delphi-baserad undersökning: "Visionary Manufacturing Challenges for 2020"¹ (Vision 2020). Flera internationella och svenska framtidstudier kommer till liknande slutsatser.

1) http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=6314

Viktiga utmaningar för framtida produktion

- **Uthållig produktion – ”Sustainable Production”**
Minimal miljöpåverkan och minimal resursanvändning. Uthållig produktion ur ekologiska, sociala och ekonomiska perspektiv är obevekliga förutsättningar för tillverkande industrier. Konkurrensfördelar finns i metoder och teknik för resurseffektivitet och globala synsätt på miljöpåverkan i alla produktframtagningsled, från idé till återvunnen produkt.
- **Förändringsbar produktion**
Snabba förändringar hos tillverkande företag för att tillvarata möjligheter. Produktionsprocesser, produktionssystem, kompetenser och organisationer i kunskapsbaserade företag skall snabbt kunna utnyttja förändrade förutsättningar, kundpreferenser, innovationer eller samhällskrav.
- **Människan i produktionen**
Arbete i framtidens produktion är ett kvalificerat kunskapsarbete där kommunikation och samverkan mellan människa och produktionssystem är avgörande. Effektiva och lättanvända kommunikationsverktyg krävs för innovation, problemlösning och snabb anpassning till nya situationer. Kunskapsarbetet möjliggör maximal synergi mellan människa och teknik.
- **Digital och kunskapsbaserad produktion**
Ny teknik måste möjliggöra effektiv omvandling av data och information till användbar kunskap. Ständig tillgång till enorma informationsmängder kräver nya sätt att bearbeta och omforma information. Informationsteknik, informationsstandarder, sensorer, automatiserad informationsbehandling samt gränssnitt mot människan måste utvecklas radikalt.
- **Produktion av innovativa produkter**
Nya produktsystem som inte kan förutses idag kommer att kräva helt nya produktionsprocesser och materialegenskaper för att produktionen skall tillvarata potentialen hos nya material, materialkombinationer, mekatronik, samt mikro- och nanoteknik.
- **Parallell produktframtagning**
Samtidighet i hela produktframtagningsskedjan. Tiden från idé till levererad produkt måste minimeras. Hänsyn måste tas till produktens hela livscykel. Kartläggning av kundbehov skall ske samtidigt som produktutveckling och förberedelser för produktion och distribution pågår. Utmaningen främjar snabb innovation inom alla led i produktframtagningssprocessen.

Ur ett svenskt perspektiv är den kraftiga globaliseringen en enorm utmaning, som innebär både möjligheter och hot för Sverige. Till de tidigare sex utmaningarna läggs därför en sjunde:

- **Global svensk produktion**

Tillvarata möjligheterna med den kraftigt ökade globaliseringen. Effektiva val av produktionsstrategier samt Utveckla produktionsstrategier för optimerad fördelning av inhemsk och utlokaliserad produktion. Stärka Sverige som ett attraktivt produktionsland.

Utmaningarna beskriver centrala och långsiktiga forsknings- och utvecklingsområden. Samtliga utmaningar ställer krav på tvärvetenskapliga eller mångvetenskapliga ansatser.

Dagens teknik och metoder räcker inte för att ta till vara möjligheterna eller lösa problemen som skapas av utmaningarna. Ett långsiktigt samarbete mellan industri, akademi och institut är nödvändigt för att öka konkurrenskraften i svenska tillverkningsföretag.

Utmaningarna är långsiktiga målsättningar för industriell och akademisk utveckling. En borte tidsgräns i detta dokument är satt till 2020, men flera av utmaningarna kommer att vara aktuella långt därefter. De forskningsområden som identifierats genom systematisk matchning mellan industrins och akademins uppfattningar utgör en konkret beskrivning av prioriterade, svenska forskningsbehov.

Såväl utmaningarna som de forskningsområden som beskrivs i följande kapitel är generiska och därför fullt tillämpbara i flertalet av de svenska industribranscherna.

Forskningsområden

Såväl industri som akademi har problemorienterade synsätt på forskning och utveckling. Akademiska ämnen och industriella branscher är två sätt att precisera forskningens innehåll. Under utvecklingen av forskningsagendan lyfte Teknikföretagens intervjuundersökning fram ett antal forskningsområden som sedan prioriterades av kompetenta representanter för industri och akademi. De prioriterade forskningsområdena kan grupperas upp i tre huvudområdena som beskriver den industriella produktionssituationen ur olika perspektiv:

- Produktionssystem
- Integrerad produkt- och produktionsutveckling
- Tillverkningsprocesser

Här följer identifierade forsknings- och utvecklingsinsatser inom forskningsområdena. Beskrivningen inleds med en kortfattad vision av respektive huvudområde på 15 års sikt.

FAKTA: IDENTIFIERADE FORSKNINGSMRÅDEN

Följande 16 forskningsområden har identifierats och prioriterats för att leda forskningen mot de sju utmaningarna, i en långsiktig strategi.

Prioriterade och forskningsområden, sammanställning

Inom huvudområdet **Produktionssystem:**

- Robusta och tillförlitliga produktionssystem
- Flexibel och moduluppbyggd automation
- Adaptiva produktionssystem
- Virtuell fabriks- och flödesutveckling
- Människans roll i produktionssystem
- Kompetens, lärande och organisation i produktionen
- Produktionslogistik och företagsnätverk

Inom huvudområdet **Integrerad produktions- och produktutveckling:**

- Produktionskrav i tidiga produktutvecklingsfaser
- Metoder för virtuell produktions- och produktutveckling
- Metoder för analys och optimering av produktions- och produktutveckling

Inom huvudområdet **Tillverkningsprocesser:**

- Bearbetningsprocesser för nya material och materialkombinationer
- Virtuella utvecklingsmetoder för materialbearbetning och materialformning
- Processer för yt- och värmebehandling
- Tillverkningssteknik för mikro- och nano-strukturer
- Mätning och mätdatahantering
- Materialkaraktisering ur processperspektiv

Produktionssystem

I avancerade produktionssystem samverkar människor med informationsteknik och komplexa maskiner, exempelvis robotar. Under utveckling av produktionssystem, samverkar experter från många tekniska discipliner för att lösa komplexa och detaljerade frågeställningar. Produktionssystem kännetecknas av hög komplexitet och innehåller flöden av både material och information. Kraven på produktionssystem är mycket höga. Alla delsystem och komponenter måste samarbeta väl och ständigt kunna förändras för att tillverka nya produkter. Ny teknik och nya material måste kunna integreras i det befintliga produktionssystemet utan att generera störningar. Systemet skall kunna hantera stora produktvariationer. Alla produkter måste tillverkas utan kvalitetsbrister och kostnaden för tillverkning skall vara minsta möjliga. Flödet av produkter får inte störas av problem eller brist på råmaterial. Moderna produktionsutvecklingsmetoder fokuserar ofta på resurseffektivitet och på effektiva flöden genom systemen. Produktionssystemen skall även integreras effektivt i globala material- och informationsflöden

Människor deltar ofta som flexibla och effektiva resurser i tillverkningen och den mänskliga arbetssituationen måste alltid utformas utifrån behov av säkerhet och motivation. Personalen måste behärska systemen och vid behov gå in och lösa komplicerade situationer.

Arbetsmiljön bör därför vara god och systemen utformade så att effektivt samarbete mellan människor respektive mellan människa och tekniskt system blir möjligt. Fördelningen av arbetsuppgifter mellan mänskliga och automatiserade resurser är inte självklar utan förändras över tiden. Varje produktionssystem bör uppfylla krav på ekologisk, social och ekonomisk uthållighet. En stor utmaning är därför att utveckla produktionen mot kretsloppsanpassning, exempelvis genom att minimera miljöpåverkande utsläpp och energiförbrukning.

Visioner på 15 års sikt

- Produktionssystem som utvecklats i Sverige är globalt konkurrenskraftiga, på grund av hög produktivitet, tillförlitlighet och leveransförmåga.
- Svensk tillverkningsindustri utnyttjar kommunikationssystem som effektivt och i realtid integrerar kunder, produktionssystem och operatörer.
- Arbete i svenska produktionssystem är ett kvalificerat och attraktivt kunskapsyrke. Människor utnyttjar avancerade beslutsverktyg för innovation och snabb anpassning till nya situationer.
- Sverige leder utvecklingen av högteknologiska, flexibla, kundstyrda och moduluppbyggda produktionssystem för kundanpassad tillverkning. Systemens höga robusthet gör att de klarar kontinuerlig produktion.

Prioriterade forskningsområden för att uppnå visionerna

Robusta och tillförlitliga produktionssystem

Produktionssystem måste fungera kontinuerligt, felfritt och kostnadseffektivt. Systemen utsätts för ständig påverkan och måste bli mycket mer robusta för att kunna hantera alla former av avvikelser. Ny teknik skall kunna införas parallellt med gammal och känslighet för produktvariationer måste minimeras. Människor med rätt kompetens skapar ökad robusthet i systemen genom sin unika förmåga att hantera oförutsedda problem. Det blir allt viktigare att snabbt flytta produktionskapacitet nära marknaden, men även modulära och flyttbara fabriker måste uppvisa hög tillförlitlighet. Robust produktion omfattar även stabilitet mot störningar som hotar den ekologiska, sociala eller ekonomiska balansen hos företaget.

Människans roll i produktionssystem

Socialt uthållig produktion kräver stor hänsyn till människan, som är en nyckelresurs i produktionssystemet. Kompetenta och motiverade människor (kunskapsarbetare) är avgörande för hantering av störningar, hög flexibilitet samt förkortning av ledtider. Människans unika förmåga som innovatör och beslutsfattare måste utvecklas genom möjligheter att bättre integrera människan med tekniken. Exempelvis bör möjligheter till samarbete mellan robotar och människor utvecklas, utan avkall på säkerhet. Andra viktiga forskningsområden är avancerade användargränssnitt, mobil och ”gömd” informationsteknik, sociala nätverk för problemlösning, produktionsergonomi samt virtuella representationer av människor i produktionssimuleringar. Ny teknik behövs vidare för att stödja mänskligt beslutsfattande vid problemlösning. Ett avgörande område är snabb återkoppling av processerfarenheter från operatörer till produktions- och produktutvecklare.

Flexibel och moduluppbyggd automation.

Förändringstakten ökar i industrin och därför måste maskiner och kringutrustning för automation snabbt kunna anpassas. Automationsnivån beskriver mekaniska och fysiska uppgifter men omfattar även informations- och beslutsuppgifter. Hög automationsnivå ger normalt goda högvolytmegenskaper men ofta minskad flexibilitet samtidigt som störningar blir kostsamma. Nya produkter kan inte enkelt introduceras i produktionssystemet utan omfattande omprogrammering. Svensk forskning bör utveckla metoder för att mäta och välja automationsnivåer. Vidare krävs modulära och smarta system för att stegvis kunna öka respektive minska automationsnivån. Speciellt mindre företag med små investeringsmöjligheter behöver bättre metoder för utformning och specifikation av maskiner och automatiseringslösningar för att enkelt klara snabba förändringar.

Adaptiva produktionssystem

Morgondagens produktionsutrustningar kräver att alla tänkbara händelser och tillstånd är väl förberedda i styrprogrammen. Vidare krävs extremt snabba uppföljningssystem för registrering, felidentifiering och anpassning av produktionen vid störningar.

Adaptiva och sensorstyrda produktionssystem anpassar sig själva efter uppkomna situationer eller störningar. Utveckling av "Självprogrammering" eller modulprogrammering kommer att skapa möjligheter att förenkla beredningsarbetet. Avancerade robotar kan reglera greppkrafter med sensorer som efterliknar känsel. Adaptiva verktygsmaskiner måste kunna korrigera för varierande utböjningar och förslitning av verktyg. Ny sensor- och signalteknik skapar förutsättningar för produktion som idag är omöjlig p.g.a. alltför omfattande störningar.

Virtuell fabriks- och flödesutveckling

Simulering och visualisering skapar idag enkel överblick av mycket komplexa tekniska system av maskiner, människor, produktflöden, produktionssystem, verkstäder och leverantörsnätverk. Virtuella verktyg blir därför alltmer effektiva hjälpmedel för samverkan mellan olika specialistfunktioner och ett sätt att radikalt minska risken för framtida problem. Verktygen och nya arbetssätt måste utvecklas kraftfullt och ges högre kapacitet att kunna simulera fler och komplexare situationer, exempelvis miljöeffekter, informationsflöden, mänskligt beteende samt resurseffektivitet. Det tidsödande och kostsamma arbetet att skapa och kontinuerligt underhålla de digitala modeller som krävs för simuleringar måste effektiviseras. Nya metoder och standarder för framtagning och återanvändning av digitala modeller är viktiga. Metoder och verktyg måste även omfatta effektiva sätt att samla in korrekt underlag och data för simuleringmodellerna från den verkliga produktionssituationen. En stor utmaning är att få simuleringarna att visualisera de svårförutsägbara störningar som ofta uppstår i verkliga driftssituationer.

Kompetens, lärande och organisation i produktionen

Nya former för kompetensutveckling och lärande i produktionen skapar möjligheter och utnyttjar ofta annan pedagogik än traditionell utbildning. Kombinationer av teoretiskt, praktiskt och datorstött lärande utvecklas snabbt, bl.a. med stöd av simuleringstekniker. Kunskapsarbetare med hög baskompetens kommer att kräva nya former av kontinuerlig fortbildning i högteknologisk miljö. Social uthållighet kräver organisationer med förmåga att identifiera och utveckla kompetens och talanger hos individer och grupper. Företags konkurrenskraft bestäms av både individers spetskompetens och personalens medelkompetens. Inom sammansättning och montering med generellt sett lägre automationsnivåer krävs snabb upplärning på monteringssekvenser och kvalitetshöjande uppgifter. Kraftiga forskningsinsatser

krävs för utveckling av nya organisationsformer och produktionsstrategier, såsom resurssnål produktion och dess efterföljande koncept.

Produktionslogistik och företagsnätverk

Utformning och styrning av materialflöden och produktionskapacitet är avgörande för företagets konkurrenskraft. Tillgängligheten på material påverkar direkt möjligheterna att leverera samt möjligheter till störningsfri produktionen. Ökad kundanpassning av produkter, skärpta ledtidskrav, globaliseringens möjligheter och hot, m.m. ökar behovet av kunskap inom logistik och nätverk. Viktiga forskningsutmaningar är bl.a. koordinering och synkronisering av materialflöden och produktionsresurser i produktionsnätverket samt anpassning av system och metoder för händelsestyrd planering i osäkra produktionsmiljöer. Effektivitet i systemen samt allokering av aktiviteter, produkter och efterfrågan i nätverket avgör produktiviteten hos helheten. Forskningsinsatser inom produktionslogistiken måste skapa arbetssätt som fokuserar på värdeskapande processer där både det fysiska flödet och informationsflödet skall utformas optimalt. Aktivitetsmönstret och materialförsörjningsprocesser, val av hanteringsmetoder, förpackningsutformning, etc., styr kostnader, genomloppstider, kvalitetsrisknivå och ytbehov i materialförsörjningen påverkar också starkt förutsättningarna för effektivitetsmått i den direkta produktionsprocessen.

Integrerad produktions- och produktutveckling

Tiden från kundens önskemål till leverans av produkten är helt avgörande för konkurrenskraft och lönsamhet. En nära koppling mellan produktions- och produktutvecklingsprocessen är en absolut förutsättning för att man skall kunna nå korta ledtider. Produktionsprocessens förutsättningar måste beaktas redan i tidiga faser. Samtidigt måste anpassningar i produktionssystemet göras redan under produktutvecklingen. Om ändringarna i fabriken initieras för sent kan det vara helt förödande för lönsamheten. Kraftfulla forskningsinsatser bör riktas mot effektiv omvandling av information från många vitt spridda källor till användbar integrerad kunskap. Fabrikens utrustnings- och automatiseringsnivå måste optimeras med avseende på förväntade volymer och nya produkter. Verktyg och annan kostsam utrustning måste kunna optimeras med hänsyn till förväntad volym. I framtiden introduceras nya produkter allt snabbare och för att klara av detta krävs billigare, mer flexibla och snabbare processer, utan överprestanda.

Visioner på 15 års sikt

- Svensk tillverkningsindustri har uppnått mycket kraftiga kostnadsreduktioner genom en nära integration mellan produktutveckling och produktionsutveckling.
- Produktions- och produktutvecklare har ständigt full tillgång till händelser och avvikelser i produktionen genom avancerade kommunikationssystem.
- Svensk produktion har utvecklat system för en unik snabbhet i återkopplingen av miljöeffekter till produktutvecklingen.
- Komplexa, svenska produkter kan tas fram utan att fysiska prototyper behöver byggas, vilket ger kraftiga ledtidsminskningar.

Prioriterade forskningsområden för att uppnå visionerna

Produktionskrav i tidiga produktutvecklingsfaser

Förutsättningarna för effektiv produktion skapas parallellt med produktutvecklingsprocessen. Metoder och strategier för att hantera och återanvända information från systematiska produktionsanalyser i produktutvecklingsarbetet måste utvecklas. Ju snabbare produktförnyelsen är, ju viktigare blir forskningsområdet, eftersom en befintlig anläggning skall kunna användas för många versioner av en produkt. Exempel på viktiga områden är systematisk kravanalys och ”feature”-baserad konstruktion där produkterna delas in i mindre standardiserade formelement till vilka produktionskunskande kan kopplas.

Metoder för virtuell produktions- och produktutveckling

Simulering och virtuell modellering används för att kraftigt reducera tiden från design till produktion och ersätter fysiska modeller och tester. Dessa nya IT-verktyg gör det möjligt att förkorta utvecklingstiden för nya produkter radikalt.

Metoder för geometrisimulering kan också användas för att skapa produkter som är mer förlåtande för avvikelser i enskilda detaljers geometri, vilket i sin tur minskar kraven på precision i tillverkningsprocesserna.

En avgörande utmaning är att skapa virtuella modellbeskrivningar som har nödvändig, men ändå hanterbar detaljeringsgrad för att pröva nya produktkonstruktioner.

Metoder för optimerad produktions- och produktutveckling

Med allt kortare utvecklingstider och extremt korta ledtider, kommer seriestorlekarna i de flesta fall att minska. Det kommer att bli en allt större utmaning att välja optimal investeringsnivå i förhållande till förväntade volymer. Beslut om anskaffning av ny utrustning måste i framtiden optimeras betydligt bättre och ekonomiska, tekniska samt tidsmässiga faktorer vägas in. Utveckling av beslutsstöd i form av kostnadssimuleringar är av stor betydelse för att kunna utveckla produkter med hög producerbarhet.

Tillverkningsprocesser

Den accelererande utvecklingen av högpresterande material ger helt nya möjligheter för utformning av produkter, med lägre vikt samt bibehållen eller ökad prestanda. Nanoteknik och i förlängningen även bioteknik kan komma att radikalt förändra förutsättningarna för industrins tillverkningsprocesser. Nya processer för friformsframställning och additiva tillverkningsprocesser måste utforskas för att komplettera dagens bearbetnings- och monteringsmetoder. Här måste svensk industri snabbt nyttiggöra framväxande tillverkningsteknologier för att skapa konkurrensfördelar. Utveckling av nya material och tillverkningsprocesser är avgörande för industrins konkurrenskraft. Det gäller exempelvis produkter som fordon, som måste göras lättare för att klara ökande kundkrav på bränslesnålhet och miljökrav på minskade utsläpp. Det gäller även mekatroniska konsumentprodukter. Totaloptimering av energikrävande och miljöpåverkande tillverkningsprocesser blir allt därmed viktigare. Ökad användning av mikromekaniska komponenter och integration av elektronik medför ökade krav på nytänkande inom materialteknik samt val av tillverkningsprocess och mätmetoder för kvalitetssäkring. Tribologiska egenskaper är en viktig faktor för minimering av slitage och friktion.

Nya och utvecklade tillverkningsmetoder ger nya möjligheter som medför att hela produktionsföljden kan behöva ändras. Därmed påverkas både utformningen av produkter och tillverkningssystem. Nya material, förändrade processer och krav på låg kassaktionsnivå medför ett ökat behov av adaptiva styrmetoder och in-line mätmetoder.

Långsiktigt hållbara tillverkningsprocesser kräver nya tekniker för demontering, recycling, omhändertagande av giftiga material samt utveckling av processer som kräver reducering av mängden kyl- och smörjmedel. Dessa nya tekniker ger möjlighet till påverkan på yttre miljö och arbetsmiljön i positiv riktning.

Visioner på 15 års sikt

- Svensktillverkade detaljer är 100 % rätt direkt, genom användning av simulerad materialkaraktistik och sensorbaserad återkoppling av utfall.
- Svensk tillverkningsindustri har halverat sin energiförbrukning.
- Svenska företag har halverat antalet processteg genom ett optimalt utnyttjande av direkttillverkning eller friformsframställning.
- Svenska företag leder utvecklingen av konkurrenskraftiga tillverkningsprocesser för innovativa materialkombinationer och nanoteknik.

Prioriterade forskningsområden för att uppnå ovanstående visioner

Bearbetningsprocesser för nya material och materialkombinationer

Förädling av avancerade och högpresterande material kräver ny forskning kring extrema verktygsprestanda och förändrade processer. Förändrade miljökrav för fogning och ytbehandling av nya materialkombinationer som t.ex. fiberkompositier och stål skapar möjlighet att skapa helt nya processupplägg. Nya metoder för optimering av sekventiella förädlingsprocesser måste utvecklas. Behovet av metoder för att uppnå hög produktionssäkerhet med minimal andel förluster i form av kassationer, stillestånd och reducerad produktionstakt ökar kraftigt. Radikala förändringar av bearbetningsprocesser krävs för ekonomisk tillverkning i korta serier, med hög flexibilitet och minimala omställningstider. Principer för miljömässig hållbarhet och kretsloppstänkande måste bilda grundförutsättningar för framtida bearbetningsmetoder. Reversibla fogningsmetoder måste utvecklas för att möta krav på separering av material vid skrotning.

Virtuella utvecklingsmetoder för materialbearbetning och materialformning

Verktygsutveckling för formande operationer är dyr, tidskrävande och en källa till stora förseningar. För att minimera tiden till produktionsstart måste man göra rätt vid första försöket. Simulering av formningsoperationer kan möjliggöra att verktyg ger rätt resultat vid första försöket och därigenom undvika förseningar. För att lyckas med processsimulering och förutsäga processresultatet krävs stora experimentella forskningsinsatser. Ett tydligt exempel är simuleringsmetoder för skärande bearbetning. Kvalificerad verifierande mätteknik måste utvecklas. Metoder för processoptimering och intelligenta stödsystem som utnyttjar prestanda i hela tillverkningsssystemet måste utvecklas för skärande bearbetning och andra formningsmetoder.

Processer för ytbehandling

Forskning riktad mot olika typer av ytbehandling och värmebehandling skapar nya processer för att skydda produkten och ge ytan kundbeställda utseenden. Utvecklingen skall skapa tillverkningsprocesser som kan förse produkter med helt nya funktioner och egenskaper genom s.k. smarta beläggningar. Allt fler produkter byggs upp av en kombination av flera material för bl. a. viktoptimering, vilket ställer radikalt nya krav på ytbehandlingen. Värmebehandling utgör en viktig förädlingsmetod för att skapa ökade produktprestanda. Utveckling av nya uppvärmningsteknologier möjliggör ökad energieffektivisering.

Tillverkningsprocesser för mikro- och nano-strukturer

Utvecklingen av nanostrukturer och nya ytstrukturer skapar möjligheter för radikalt förändrade produkttegenskaper. Tillämpningar inom bl.a. verktygsområdet, ställer extrema krav på ytkaraktären för att ge produkten avsedd funktion och prestanda. I nuläget är flera av sambanden mellan ytans funktion och dess utseende outforskade.

Mikro- och nanoteknik kommer att ha avgörande effekter på ekologisk uthållighet genom ytfunktioner i olika produkter som leder till minskat slitage samt minskad energi- och bränsleförbrukning

Mätning och användning av mätdata

Sensorer och system för realtidsövervakning möjliggör adaptivitet och realtidsoptimering av produktionsprocesserna. Samtidig återkoppling av processdata till företagets produktutvecklings- och beredningsfunktioner ger stor förbättringspotential och kraftigt förkortade ledtider. Forskningen behöver utveckla verktyg för mätning och analysmetoder för exempelvis krafter, temperaturer, geometrier och ytegenskaper. Stora utmaningar återstår för att åstadkomma snabb analys och konvertering av enorma mängder mätdata till användbar information.

Materialkaraktisering ur processperspektiv

Simuleringar och beräkningar för avancerade tillverkningsprocesser måste utgå från experimentella material- och processdata. För att kunna förutsäga processutfall i tillverkningen måste ingående material karaktäriseras och kartläggas. Genom att utveckla processlik materialkaraktisering kan man öka simuleringsteknikens precision, snabbhet och breda användning. Möjligheter att bedöma nya materialegenskaper och processuppträdande måste bli avgörande för producerbarheten, speciellt i samband med tillverkningsprocesser i sekvens där olika förädlingssteg ställer olika krav på arbetsmaterialets egenskaper.

Bilaga 1

Pågående och tidigare forskningsprogram

Svenska program

MERA-programmet

MERA-Manufacturing Engineering Research Agenda som pågår 2006-2008 är den största produktionstekniska satsningen som gjorts i Sverige. MERA innehåller både avancerad spjutspetsforskning och tillämpade projekt samt utbildning. Det är industrins behov som har stått i centrum för vad som skall göras. En speciell oberoende kvalitetsgranskingsgrupp svarar för att projekten svarar upp mot programmets formella krav. MERA-programmet med ca 50 projekt är en bred satsning som täcker såväl tillverkningsmetoder, produktionssystem och produktframtagning. Programmet har på ett unikt och framgångsrikt sätt initierat en nära samverkan mellan industri-industri, akademi och institut. Företagen i programmet har initierat bildandet av 10 st produktionstekniska kluster inom högt prioriterade områden. Dessa kluster arbetar med samordning och definition av nödvändiga satsningar. Klustren bemannas av representanter för fordonsindustrin, forskare från produktionsakademien och institut samt representanter från övrig industri. Inom Klustren har man nu definierat behovet av forskning och utveckling samt av det FoU-system som behövs för att genomföra programmet gällande åren 2009-2014 i dokumentet "Sustainable Manufacturing Systems Capable of Producing Innovative Products". Dokumentet kan ses som en fördjupning av föreliggande agenda.

VINNOVA: Effektiv produktframtagning

VINNOVAs program Effektiv Produktframtagning (2003-2008) har främst fokuserat på produktutvecklingsprocessen och dess kopplingar till produktion och har därför haft ett något bredare anslag än övriga program. Programmet utvärderas av oberoende experter och utvärderingsrapporten kommer att framläggas under april 2008. När programmet avslutas uppstår ett tomrum, främst inom de mer systeminriktade områdena.

VINNOVA: Komplexa sammansatta produkter

VINNOVAs program Komplexa Sammansatta Produkter (2003-2008) har inriktning mot utveckling och produktion av avancerade industriprodukter, programmet närmar sig en avslutning och kommer också att lämna ett stort tomrum. Också detta program är under utvärdering och resultatet kommer att offentliggöras under april 2008.

VINNOVA: Arbetsliv

VINNOVAs pågående program för Arbetslivsutveckling omfattar bland annat delprogram för innovativa företag, samt arbetsplatsen som innovationssystem, båda dessa inriktningar har bäring på föreliggande skrift, speciellt i avseendet att utveckla integration av mänskliga resurser och tekniska resurser.

Stiftelsen för strategisk forskning: ProViking 1 och ProViking 2

Strategiska forskningsstiftelsens femåriga satsning på grundläggande forskning i produktframtagning med delar inom produktionsteknik har visat vägen när det gäller att etablera samverkan mellan olika forskningsmiljöer inom akademien, samt skapat ett samverkansforum för forskarutbildning genom att arbeta med forskarskolor.

Stiftelsen för strategisk forskning: ProEnviro (2007-)

Strategiska forskningsstiftelsens femåriga satsning på grundläggande forskning i produktionsteknik har visat vägen när det gäller att etablera samverkan mellan olika forskningsmiljöer inom akademien, samt skapat ett samverkansforum för forskarutbildning genom att arbeta med forskarskolor.

Produktionslyftet

Produktionslyftet är ett nyligen initierat program för att höja konkurrensförmågan hos i första hand små tillverkande företag. Programmet som drivs av institut och akademi i nära samverkan, etablerar en kraftfull struktur för att införa nya metoder i hela tillverkningsindustrin. Produktionslyftet har stor potential att vara motorn för att snabbt sprida resultat från en utvidgad satsning på produktionsforskning.

Europeiska initiativ

ManuFuture

Manufuture är en av EU's Teknologiplattformar. Plattformarna är initiativ från industrin, för att påverka EUs forskningsprogram. Manufuture fokuserar på tillverkningsindustrin, och har tagit fram en omfattande "Research Agenda". Agendan tar sikte på en radikal modernisering och utveckling av hela tillverkningsindustrin inkluderande samtliga processer. Överensstämmelsen mellan de forskningsområden som identifierats inom Manufuture och i den svenska agendan är relativt god, med skillnaden att det svenska programmet är mer specifikt inriktat mot produktion medan Manufuture är mer övergripande och täcker alla aspekter på utveckling av tillverkningsindustrin.

Intelligent Manufacturing Systems – Network of Excellence

Nyligen avslutat program inom EU, som syftat till att utvidga och fördjupa samarbetet mellan Europeiska forskare inom produktionsområdet.

EU:s ramprogram

I sjätte ramprogrammet gjordes en stark satsning på mycket avancerad ny teknik, NANO-teknik, medan mer traditionell produktion endast hanterades inom ramen för de mycket stora så kallade IP (integrerade projekt). Mycket få svenska forskningsutförare har kraften att initiera sådana projekt, varför ramprogrammet fick liten betydelse för svensk produktionsforskning.

I sjunde ramprogrammet som hade sin första ansökningsomgång under våren 2007, visade flera kluster från MERA-programmet att man hade en stark position för att ta ledningen i ett antal projektförslag som samlade stora delar av den europeiska bilindustrin. Besked om ansökningarna väntas under november 2007.

I NMP programmet har man tagit viss hänsyn till Manufuture och inkluderat "topics" som stöder delar av Manufuture. Inom EU-programmet Information and Communication Technologies berörs delar av produktionsområdet, men i betydligt mindre omfattning och fokus på produktförädling.

Bilaga 2

Personer som deltagit i framtagningen av forskningsagendan

Produktionsforum

- Ordförande Anders Rydahl, Electrolux
- Johan Ancker, Teknikföretagen
- Bo Anulf, Saab Automobile AB
- Nader Asnafi , Volvo Car Corporation Manufacturing
- Monica Bellgran, Haldex AB
- Lars Bergström, KMT, Karolin Machine Tool AB
- Björn Bäckström, Scania AB
- Håkan Gustafsson, Ericsson AB
- Willy Hasselberg, Saab Automobile AB
- Sven Hjelm, Scania CV AB
- Lennart Kallerdahl, Produktion i Väst
- Lena Larsson, ABB Automation Products
- Katarina Lindström, Volvo Powertrain Corporation
- Mats Lundin, Swerea
- Tomas Thorvaldsson, Swerea AB
- Lennart Österlund, Teknikföretagen

Produktionsakademiens presidium

- Professor Johan Stahre (Ordförande)
Chalmers tekniska högskola och Tekniska högskolan i Jönköping
- Professor Christer Johansson (Sekreterare/kassör)
Tekniska högskolan i Jönköping och Chalmers tekniska högskola
- Professor Bengt Lindberg, Kungliga tekniska högskolan
- Professor Jan-Eric Ståhl, Lunds universitet
- Professor Bengt-Göran Rosén, Högskolan i Halmstad och Chalmers tekniska högskola
- Professor Mats Björkman, Linköpings universitet
- Professor Gunnar Bolmsjö, Lunds universitet
- Professor Torsten Kjellberg, KTH
- Professor Anders Kinnander, Chalmers tekniska högskola
- Professor Mats Jackson, Mälardalens högskola
- Professor Leo de Vin, Högskolan i Skövde
- Docent Per Nylén, Högskolan Väst
- Professor Cornel-Mihai Nicolescu, Kungliga tekniska högskolan
- Professor Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet

