



Svenska
framtider

Avancerad produktion

En teknisk rapport inom Svenska framtider
om komplex diskret produktion

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	7
English Summary	11
Utgångspunkter i arbetet med komplex diskret produktion	15
Förutsättningar	16
Motivering till prioritering av en teknikrapport inom komplex diskret produktion	19
Nulägesbeskrivning av komplex diskret produktion	21
Beskrivning av komplex diskret produktion	22
Utveckling inom komplex diskret produktion	27
Trender inom komplex diskret produktion	28
Nyckelfrågor för komplex diskret produktion	36
Önskad framtida riktning för komplex diskret produktion	74
Målbild	75
Fem förslag för stärkt svensk konkurrenskraft inom diskret komplex produktion	78
Rekommendationer	105
Appendix	107
Referenser	108

Förord



IVA driver projektet *Svenska framtider* med syftet att formulera en vision för Sverige som ledande inom teknik och innovation år 2035. *Svenska framtider* samlar aktörer från akademi, näringsliv och offentlig sektor för att identifiera möjligheter, utmaningar och strategiska riktningar för framtida konkurrenskraft och hållbar utveckling. Arbetet startades hösten 2025.

Projektet omfattar bland annat arbetsgrupper som snabbt och målinriktat analyserar utmaningar och möjligheter inom olika teknikområden. Grupperna tar fram teknikrapporter med tydligt fokus på respektive område. Rapporterna ger en överblick över nuläge och framtidsutsikter inom området och innehåller konkreta förslag till åtgärder. De fungerar också som viktiga underlag för att forma en övergripande vision för Sverige år 2035.

Denna arbetsgrupp har fokuserat på avancerad produktion, alltså Sveriges förmåga att utveckla, producera och skala komplexa produkter och system. Gruppens analys visar att det krävs satsningar där innovation, resiliens och samarbete står i centrum för att säkra och vidareutveckla Sveriges förmåga inom avancerad produktion.

Som i alla IVA-projekt har deltagarna medverkat i sin personliga kapacitet och inte som företrädare för de organisationer där de är verksamma. Rapportens analyser och förslag bygger i stor utsträckning på diskussioner inom arbetsgruppen samt på de erfarenheter och den kunskap som dess medlemmar bidragit med. Arbetsgruppen står bakom rapporten som helhet, men det innebär inte att samtliga medlemmar nödvändigtvis står bakom varje enskild formulering.

Arbetsgruppen inom komplex diskret produktion har arbetat under december 2025 till april 2026.

Arbetsgrupp

Martin Karlsson (ordförande),

Luleå tekniska universitet

Thomas Bogren, Volvo Group AB

Peter Bryntesson, Fordonskomponentgruppen

Johan Ernlund, ABB Robotics

Lars-Henrik Jörnving, Scania

Linda Krondahl, THINGS AB

Per-Olof Marklund, Saab AB

Joachim Nordin, Skellefteå Kraft AB

Ann-Sofie Wulfsberg, Volvo Group AB

Stöd till arbetsgruppen

Lisa Thelin, projektledare

Charlotte Hall, skribent

Sammanfattning



Arbetsgruppens övergripande syn är att Sverige bör stärka industrins konkurrenskraft genom samarbete, långsiktighet och ett helhetsperspektiv på hela produktionssystemet. Fokus bör inte enbart ligga på lägre kostnader. Istället bör Sverige satsa på att driva innovation, bygga resiliens och utveckla en mer hållbar industriell utveckling.

Komplex diskret produktion påverkas av en snabbt föränderlig omvärld som kräver högre effektivitet, omställningsförmåga och nya arbetssätt. Industrin behöver leverera mer på kortare tid och samarbeta i större regionala strukturer, samtidigt som strategier för att hantera snabbhet i förhållande till risk skiljer sig mellan olika länder.

För att möta detta blir resiliens och flexibilitet allt viktigare, tillsammans med stabila försörjningskedjor och stark logistik. Dessutom behövs affärsmodeller som omfattar produktens hela livscykel och som bygger på samarbete och tillit mellan aktörer. Det finns också ett glapp mellan produkt- och produktionsutveckling som behöver minskas genom tätare koppling mellan dessa områden och genom ett större fokus på helhetslösningar.

Kompetensförsörjning och arbetskraft är en central utmaning, där industrin behöver personer med både bredd och djup i

kunskaperna. Digitalisering, AI, elektrifiering, robotik och automation driver utvecklingen, men kräver data av hög kvalitet och gemensamma standarder. Cirkularitet blir allt viktigare som ett sätt att organisera hela produktionen.

Arbetsgruppen har tre rekommendationer om vad Sverige bör satsa på för att skapa svensk konkurrensförmåga, uppnå hållbarhet samt bidra till svensk och global säkerhet. Dessa rekommendationer baseras på en nulägesanalys av Sveriges position inom produktionsområdet, internationella utvecklingstrender samt en genomgång av nyckelfrågor som identifierat hinder och möjligheter för Sveriges fortsatta utveckling. De sammanfattar ett antal förslag och handlingspunkter som redovisas mer utförligt i rapporten.

1. Se till att Sverige blir bättre på att omsätta forskning till industriell tillämpning. För att uppnå det behövs förstärkning av kompetens och testmiljöer för industrialisering samt satsningar på forskning inom etablerade produktionstekniker.
2. Stärk svensk resiliens genom omställning till en cirkulär ekonomi. För att uppnå det behöver affärsmodeller, reglering och incitament inom produktionsindustrin förändras.

3. Öka den svenska innovationsförmågan genom att etablera ett antal industrikluster och förbättra de grundläggande villkoren för etablering och drift av produktionsindustri i hela landet.

English Summary



The working group's overall view is that Sweden should strengthen the competitiveness of its industry through collaboration, a long-term perspective, and a holistic approach to the entire production system. The focus should not be placed solely on cost reduction; instead, Sweden should prioritise fostering innovation, strengthening resilience, and promoting more sustainable industrial development.

Complex discrete manufacturing is shaped by a rapidly evolving external environment that demands greater efficiency, adaptability, and new ways of working. The industry is required to deliver more in less time while operating within increasingly broad regional structures, recognising that approaches to balancing speed and risk vary between countries.

To address these challenges, resilience and flexibility are becoming increasingly important, alongside the need for stable supply chains and robust logistics. In addition, business models are needed that span the entire product lifecycle and are grounded in collaboration and trust between stakeholders. A persistent gap remains between product and production development, which should be narrowed through closer integration of the two and a stronger emphasis on holistic solutions.

The availability of skilled labour is a key challenge, with the industry requiring professionals who combine both breadth and depth of expertise. Digitalisation, AI, electrification, robotics, and automation are driving transformation, but depend on high-quality data and shared standards. At the same time, circularity is becoming an increasingly important guiding principle for structuring the entire production system.

The working group presents three recommendations on how Sweden should focus its efforts to strengthen industrial competitiveness, advance sustainability, and contribute to both national and global security. These recommendations are based on an analysis of Sweden's current position in the manufacturing sector, international trends, and a review of key issues identifying both obstacles and opportunities for continued development. They bring together a range of proposals and action points, which are set out in greater detail in the report.

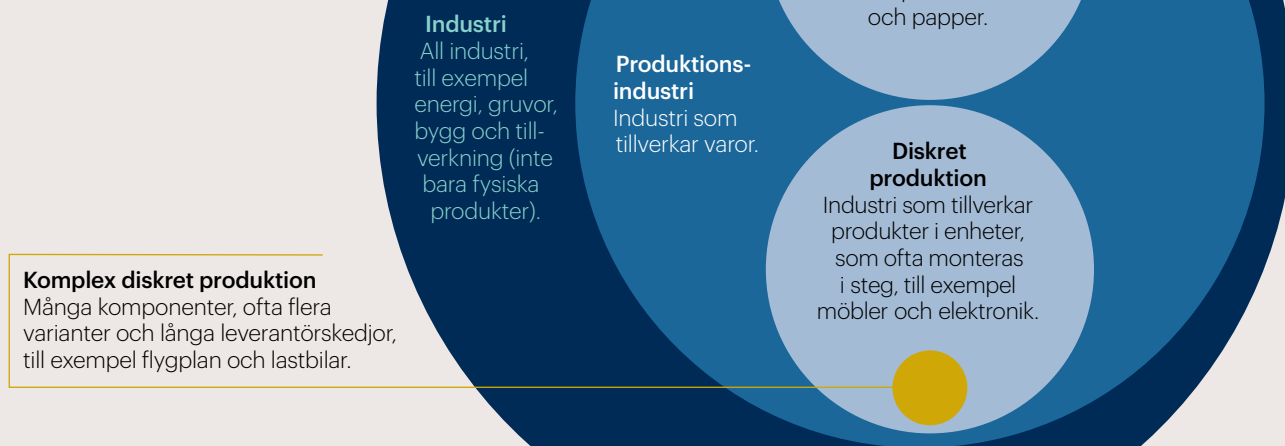
1. Improve Sweden's ability to translate research into industrial applications. This requires strengthening expertise and test environments for industrialisation, as well as investing in research on established production technologies.

2. Build resilience in Sweden through the transition to a circular economy. Achieving this will require changes to business models, regulatory frameworks, and incentive structures within the manufacturing sector.
3. Strengthen Sweden's capacity for innovation by establishing industrial clusters and improving the fundamental conditions for setting up and operating manufacturing businesses throughout the country.

Utgångspunkter i arbetet med komplex diskret produktion



FIGUR 1: Förenklad schematisk beskrivning av komplex diskret produktion i relation till industri och produktionsindustri.



Förutsättningar

I denna rapport används begreppet **komplex diskret produktion**. Detta kan förenklat uttryckas som **avancerad produktion**.

Diskret produktion är en tillverkningsprocess där separata komponenter tillverkas och monteras ihop för att skapa produkter. Varje färdig produkt kan identifieras och räknas, till skillnad från sådant som tas fram inom processindustrin. Exempel på produkter som tillverkas med diskret produktion är fordon, elektronik och vitvaror. De flesta tillverkare arbetar med en viss produktkategori såsom bilar, mobiltelefoner eller diskmaskiner.

Inom varje kategori kan det finnas ett brett utbud av versioner och modeller och varje produkt kan bestå av tusentals komponenter.

Ett **komplext system** är ett system med icke-triviala samband mellan orsak och verkan.¹ Inom diskret produktion innebär det till exempel att det finns många varianter av varje produkt, att produkterna består av många komponenter, att mjukvara och hårdvara behöver fungera tillsammans, att det finns många regler att följa, att det kan vara kostsamt att ändra produktionsvolym och att det kan få stora konsekvenser om leveranser försenas eller om viktigt material inte finns tillgängligt.

Rapporten och dess förslag och rekommendationer är avgränsade till komplex diskret produktion. Därmed omfattas inte all svensk industri och inte heller all svensk produktionsindustri.

1 Sillitto, H och medförfattare (2019). *Systems Engineering and System Definitions*. Version: 1.0. Issued on 8 January 2019. International Council on Systems Engineering (INCOSE).

TABELL 1: IVAs val att göra en teknikrapport inom komplex diskret produktion utgår från åtta kriterier.

KRITERIUM	SVENSK KOMPLEX DISKRET PRODUKTION
Globalt ledarskap	Framgång inom svensk komplex diskret produktion bidrar till svenska exportintäkter, handelsbalans och skattebas. Om denna industri inte visar ledarskap finns risk att produktion och huvudkontor flyttas utomlands.
Turn around (möjlighet att vända rådande utveckling)	Stora delar av svensk industri är etablerad sedan länge. Förmåga att ställa om (till exempel från förbränningsmotorer till elektrifiering) avgör om befintliga jobb, leverantörsnätverk och kompetens kan behållas i landet.
Positionsförflyttning	En möjlighet för Sverige är att kontinuerligt flytta sig mot mer avancerade delar av värdekedjan (såsom system, integration och mjukvara).
Möjliggörande teknologi	Många teknologier utvecklas i forskningsmiljöer eller i liten skala, men blir praktiskt användbara först när de industrialiseras genom komplex produktion och skalas upp från prototyper till fungerande system.
Internationellt	Komplex diskret produktion i Sverige är nästan helt beroende av globala marknader, leverantörer och samarbeten. Svenska aktörer behöver vara integrerade i globala försörjningskedjor.
Megatrender	Sveriges industriella styrkor (såsom elektrifiering, hållbar produktion och digitalisering) sammanfaller med globala megatrender. Att ligga rätt här innebär att Sverige kan ta en ledande roll i framtidens industri och säkra långsiktig tillväxt.
Geopolitik	Sveriges exportberoende och specialiserade produktion gör landet känsligt för handelshinder, konflikter och störningar i leverantörskedjor. Samtidigt kan ökat fokus på försvar och regional produktion skapa nya industriella möjligheter.
Hett område	När Sverige har stark närvaro i snabbt växande industrisegment (till exempel inom försvar och grön teknik) attraheras kapital, forskning och talang till landet. Detta stärker det svenska industriekosystemet och vår framtida konkurrenskraft.



Motivering till prioritering av en teknikrapport inom komplex diskret produktion

IVA har gjort en datadriven analys för att kartlägga Sveriges globala position inom 48 strategiskt viktiga teknikområden som är viktiga för landets framtida välbefinnande, ekonomiska motstånds-

kraft och nationella säkerhet.² Analysen gav bland annat insikten att Sverige behöver ta ett mer strategiskt angreppssätt för att säkra vår position internationellt. Mot denna bakgrund har IVA valt att göra en fördjupad analys för att belysa komplex diskret produktion och ta fram förslag för önskad framtida riktning inom detta område. Valet utgår från åtta kriterier, se tabell 1.

Den svenska industrin befinner sig i ett skede där flera strukturella förändringar sammanfaller. Geopolitisk osäkerhet, snabb teknikutveckling och ökade hållbarhetskrav påverkar hur produkter utvecklas, hur produktion organiseras och hur försörjnings- och produktionsnätverk fungerar. I detta läge är förmågan att utveckla, producera och skala komplexa produkter och system en strategisk fråga. Det handlar inte enbart om konkurrenskraft, utan också om resiliens och samhällssäkerhet.

2 IVA (2025). *Sveriges position inom strategiskt viktiga tekniker. Investeringsprioriteringar, styrkor och utmaningar.*

Nulägesbeskrivning av komplex diskret produktion



FIGUR 2: Dagens situation inom komplex diskret produktion kan beskrivas inom tre teman som handlar om osäkerhet, ökande komplexitet och att utvecklingen sker i olika tempo.



Beskrivning av komplex diskret produktion

Den svenska industrin befinner sig i ett osäkert läge som påverkas av geopolitik, teknikutveckling, förändrade marknadsförutsättningar och resursfrågor. För att stärka svensk industri i en tid av förändring har regeringen beslutat om en industristrategi

som bland annat innehåller satsningar på forskning och innovation samt utveckling av mer effektiva tillståndsprocesser.³

Osäkerhet framstår i dag som ett nytt normaltillstånd för komplex diskret produktion. Oavsett om den drivs av geopolitik, teknikutveckling eller marknadsförändringar betraktas den inte längre som ett tillfälligt undantag, utan som ett grundläggande villkor för industriell verksamhet. Detta förändrar förutsättningarna för planering och styrning och ökar behovet av flexibilitet, snabb anpassningsförmåga och robusta system.

Den ökande komplexiteten i produkter, processer och beroendeförhållanden mellan aktörer följer av att produkter i allt högre grad utgör sammansatta system där hårdvara, mjukvara, data och tjänster samverkar. Produktionssystemen är distribuerade, automatiserade och beroende av digital infrastruktur. Komplexiteten gör att förändringar i en del av systemet får konsekvenser långt utanför ett företags egen organisation. Produktion kan ses som ett system av förmågor snarare än bara teknik, där värde skapas genom samspelet

3 Regeringskansliet (2025). *Sveriges industristrategi: för en teknikledande och konkurrenskraftig industri i en ny omvärld*. 12 juni 2025.

mellan företag, politik och kompetens. Det innebär att produktion inte enbart handlar om maskiner och teknik, utan också om hur olika delar av samhället samverkar. Stora förändringar som globalisering, hållbarhet, digitalisering och snabbare innovation gör att företag behöver utveckla nya sätt att producera och arbeta tillsammans i mer sammanlänkade system.⁴

I dag finns tydliga glapp mellan teknik, organisation och affär, där den tekniska potentialen inte motsvaras av den affärsmässiga förmågan att realisera värdet av en produkt. Medan teknikutvecklingen går snabbt utvecklas affärsmodeller, styrning, kompetensförsörjning och former för samverkan i ett långsammare tempo. Detta skapar friktion och riskerar att begränsa nyttiggörandet av ny teknik och nya produktionslösningar. Traditionella linjära synsätt på utveckling är inte längre tillräckliga. I stället är industriell utveckling präglad av snabba förändringsförlopp, där lösningar kan skalas upp i hög takt och där värde skapas på nya sätt. Det innebär att företag i dag arbetar med kortare planering,

4 World Economic Forum. (2015). *The future of manufacturing: Driving capabilities, enabling investments*.

snabbare utveckling och nya typer av affärsmodeller jämfört med tidigare.⁵

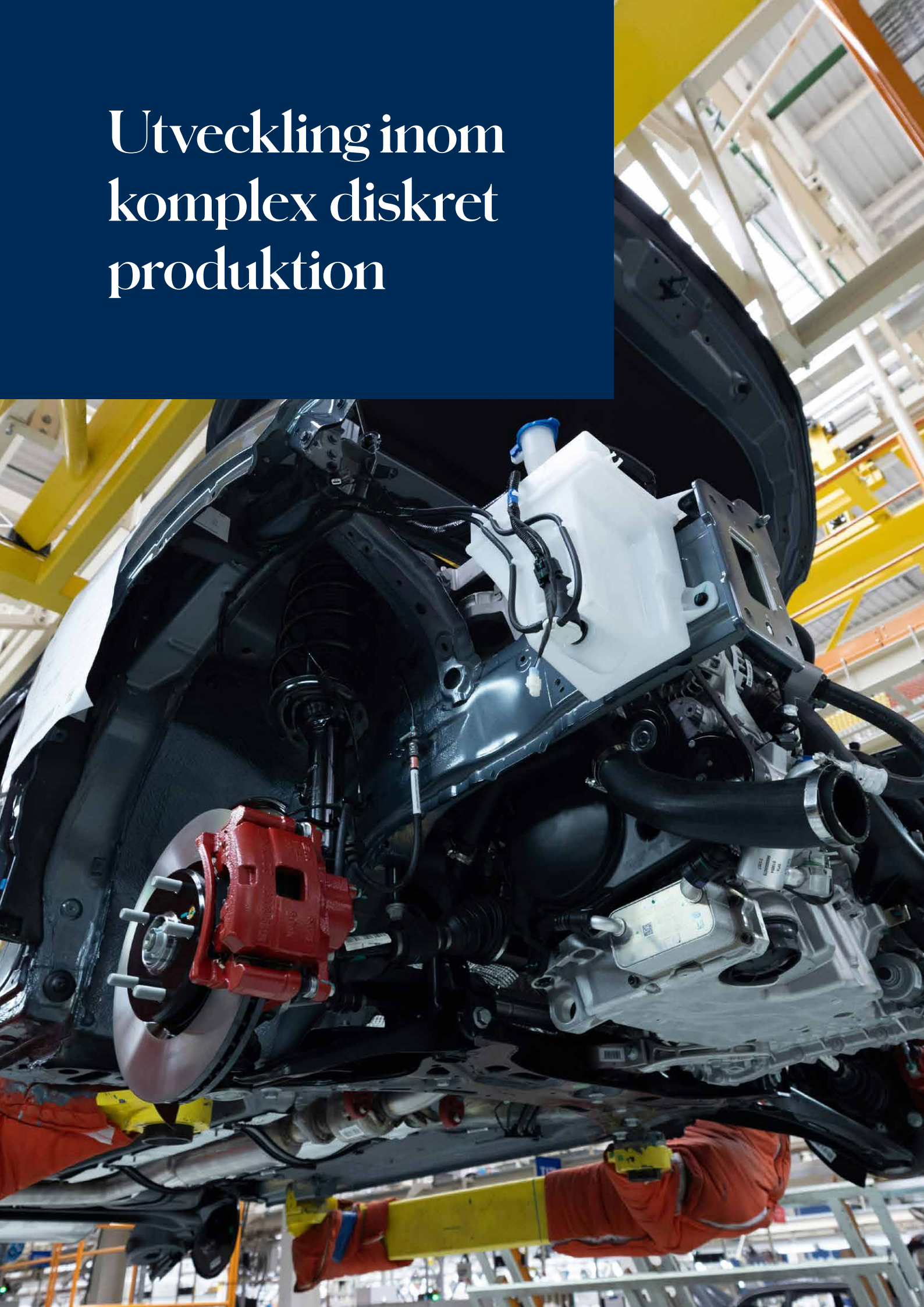
De centrala svenska aktörerna inom komplex diskret produktion finns främst inom fordons-, försvars- och verkstadsindustrin (exempel på företag är Scania, Volvo Group, Volvo Cars, ABB, Saab, Sandvik, SKF och Atlas Copco). Därtill finns stödstrukturer för utveckling av företag inom området, samt forskning och utveckling inom lärosäten och institut.

Nordiska, europeiska och internationella aktörer är viktiga för svensk komplex diskret produktion. Dels levererar de kritiska komponenter som inte kan produceras nationellt, dels gör de det möjligt att samverka inom avancerad teknologi och att dela expertis inom området. Inom norden sker samverkan bland annat inom telekommunikation, energiområdet och inom försvarsindustrin. På europeisk nivå finns samverkan bland annat med aktörer inom automations-, sensor-, flyg-

5 Barresi, B. (2024). *Exponential Thinking Social Entrepreneurship*. Medium. Dec 3, 2024. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). *Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies*. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26.

och rymdområdena. Globalt drivs innovation inom komplex diskret produktion fram för allt av industriella konglomerat, elektronik- och fordonsföretag. Det sker bland annat genom utveckling av standarder och uppbyggnad av avancerade produktionslösningar. EU, USA och Kina är tre stora marknader med särskild betydelse för svensk komplex diskret produktion.

Utveckling inom komplex diskret produktion



Trender inom komplex diskret produktion

En förändrad omvärld ställer krav på omställning och nya strategier

Kris och en stark känsla av brådska kan fungera som katalysatorer för förändring. På sikt bör de dock ersättas av en gemensam industriell riktning och en delad förståelse för komplex produktion och industrialisering som avgörande för Sveriges framtid.

MARKNADSLEDTID

Marknadsledtid (eng. time-to-market) är den tid det tar från det att en idé föds till lansering av en färdig produkt som är tillgänglig för kunder. Inom marknadsledtiden ryms flera olika steg, såsom utveckling, produktion och paketering.

Produktionsindustrin har genomgått en konsolidering, men dagens korta marknadsledtid ställer krav på fortsatt omställning. När marknadsledtiden blir allt kortare, i kombination med ökad osäkerhet i leverantörskedjorna, blir utrustningsleverantörerna centrala. Även produktcyklerna blir kortare, något som också ställer högre krav på produktionen och kräver andra typer av produktionsstrategier än de som tidigare tillämpats.

Plattformsstrategier kräver uthållighet och en lång planeringshorisont, något som är en utmaning i en värld av snabb för-

ändring. Företagens planeringshorisont har blivit väsentligt kortare, vilket påverkar hur mycket en aktör kan investera i sin anläggning. Aktörer inom svensk industri är vana vid att bygga produktionssystem med lång livslängd. Det är en utmaning att snabbt bygga upp sammanhängande och omställningsbara system som är resilienta och har ett starkt samarbete med lokala leverantörer.

Flexibla modulära produktionssystem gör att företagen måste kunna ställa om snabbt. Företagen behöver därför arbeta med omvärldsbevakning, men också ha förmåga att snabbt kunna svara på nya behov. Ett exempel på utvecklingsriktning är att vi går ifrån massproduktion och rör oss mot flexibel produktion med en gemensam bas. Utvecklingen inom komplex diskret produktion går också mot mer kundanpassad och flexibel produktion, där traditionell massproduktion ersätts av mindre serier och kortare planeringshorisonter. Dagens snabba anpassning till kundspecifika behov och löpande omplanering skiljer sig tydligt från tidigare mer storskalig och statisk produktion.⁶

6 Haller, J. och medförfattare. *Industry 4.0 advancements in discrete production ramp-ups: a systematic literature review*. *J Intell Manuf* (2025).

I en historisk linjär produktutvecklingsmodell har Sverige varit bra på integrerad produkt- och produktionsutveckling. Men dagens situation är annorlunda. Den gamla tidens industri, där många av medarbetarna hade en djup kunskap om hur maskinerna fungerade och kunde sitta i detaljerade diskussioner med maskinleverantörerna, finns inte längre. Svenska företag har tappat mycket kunskap inom industrialisering, vilket till exempel påverkar företagets förmåga att bedöma det leverantörer har att erbjuda.

Förutsättningarna kommer att fortsätta förändras de kommande åren, särskilt när det gäller stokastiska processer. En konsekvens av förändringar i omvärlden är ett ökat behov av att skydda företag mot olika typer av intrång.

Industrin behöver åstadkomma mer på kortare tid

En tydlig trend är den snabba utvecklingshastigheten. Den innebär att industrin måste jobba på nya sätt för att åstadkomma mer på kortare tid, vilket i sin tur ställer krav både på nya arbetssätt och på ny kompetens.

Utvecklingen går mot att arbeta i tät samverkan inom tvärfunktionella team, något som svensk industri gör sedan lång tid

tillbaka. Samtidigt rör sig företagens produktutvecklingsorganisationer mot ett mer öppet arbetssätt, där utvecklingen sker i samverkan med företagets leverantörer och där data delas i större utsträckning. I tidiga faser sker också mycket samarbete med startups och med universitet. I detta avseende är mognaden hos tyska underleverantörer högre än hos svenska små- och medelstora leverantörsföretag, enligt arbetsgruppens erfarenhet.

Ytterligare en aspekt är behovet av ingenjörer med breda kunskaper, kombinerat med djup kunskap inom ett visst ämne. Därtill måste ingenjörer inom komplex diskret produktion förstå produktions- och leverantörsnätverken, något som kräver erfarenhet av arbete inom produktionsområdet (se nyckelfråga 5).

I vissa områden är Sverige för litet, samtidigt behövs en regional förmåga

I vissa frågor, som beredskap, behöver vi utgå från ett europeiskt perspektiv eftersom Sverige är för litet på egen hand. Samtidigt är flera andra europeiska länder beroende av produktion och kompetens från svenska företag.

PLANERINGSHORISONT

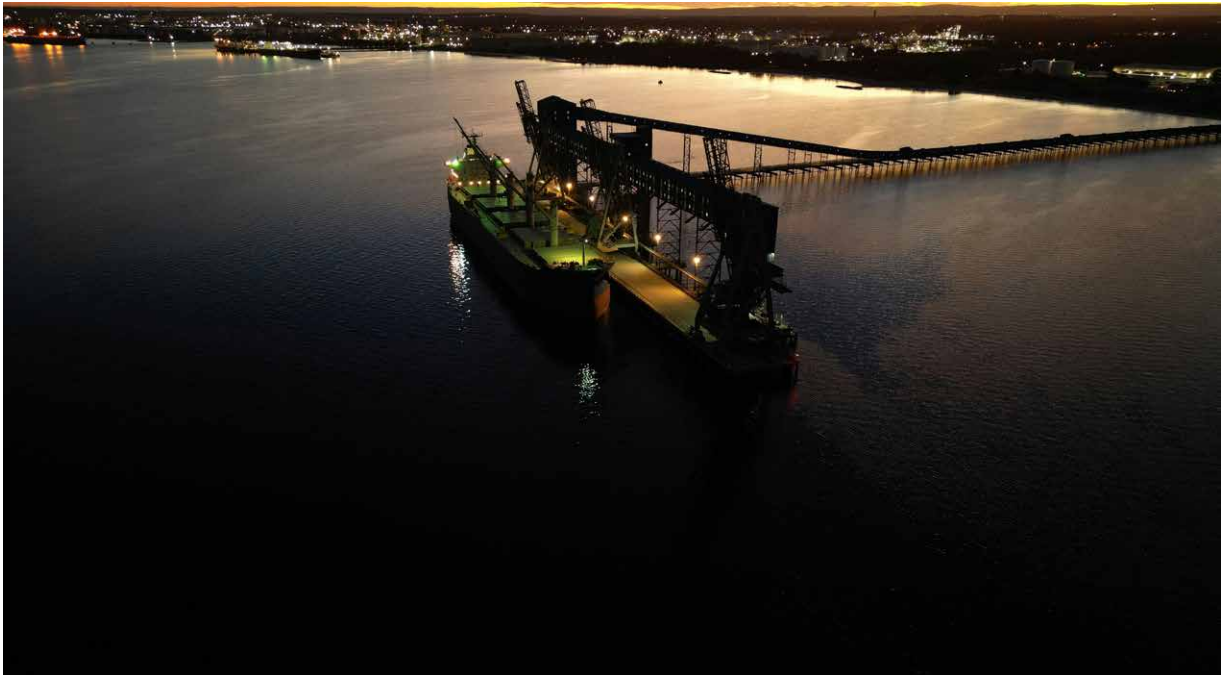
De senaste 30 åren har planeringshorisonten inom produktion förändrats både när det gäller stabilitet och operativ längd. Under 1980-talet präglades produktionen av system med långa ledtider, stora serier och begränsad flexibilitet. Strategiska planer låg ofta på 2–3 år, taktiska planer på 12–18 månader och den operativa horisonten på 3–6 månader med få justeringar. På 1990-talet etablerades mer strukturerade processer med strategiska planer på 1–2 år, huvudplanering på 6–12 månader och operativ planering på 2–3 månader. Planerna var fortfarande relativt stabila och uppdaterades inte särskilt ofta. Från 2000-talet och framåt har digitalisering, rullande planering och ökad efterfrågeosäkerhet gjort att den praktiskt styrande horisonten har blivit kortare. Den operativa planeringen är i dag ofta 2–8 veckor, medan strategiska planer fortfarande kan ligga 1–2 år framåt och användas mer som riktlinjer än fasta beslut. Under 2020-talet har rullande och frekvent uppdaterad planering blivit norm i svensk diskret produktion.

Källa: Jonsson, P., Mattsson, S.-A. (2016). *Logistik. Läran om effektiva materialflöden* (3 uppl.). Lund: Studentlitteratur, Jonsson, P., Mattsson, S.-A. (2009). *Manufacturing planning and control: Approaches, context and performance*. London: McGraw-Hill. Teknikföretagen. (2020). *Svensk produktionsforskning 2020 – Strategi och inriktning*. Göteborg: Svensk Produktionsakademi.

Mer regional produktion stärker landets resiliens, bland annat eftersom det annars finns en risk att företagen blir alltför beroende av utländska leverantörer. Genom att arbeta i regionala ekosystem kan företagen hålla material i bruk, till exempel eftersom spillmaterial från ett företag kan bli ingående material ett annat företags produktion. Det finns djup och bred industriell förmåga i många orter utanför de svenska storstäderna.

Europa och Kina har olika förhållningssätt

Europa och Kina har olika förhållningssätt till produktvariation, ledtid och riskhantering. Detta påverkar hur företagen organise-



rar sin produktion och sin innovationsprocess.⁷ Kinesiska företag tenderar i högre grad att prioritera snabb marknadsintroduktion framför initial optimering. Det möjliggör tidig återkoppling från marknaden och en iterativ produktutvecklingsprocess. Ett sådant arbetssätt innebär samtidigt en högre riskbenägenhet jämfört med europeiska företag, där mer resurser ofta läggs på planering och kvalitetssäkring innan lansering.⁸

7 Ernst, Dieter. (2006). *Innovation offshoring: Asia's emerging role in global innovation networks*. East-West Center Special Reports. 10.

8 Williamson, Peter & Yin, Eden. (2014). *Accelerated Innovation: The New Challenge From China*. MIT Sloan Management Review. 55. 27–34.

Strukturellt kännetecknas Kina av relativt låg produktvariation och hög grad av standardisering, vilket skapar förutsättningar för storskalig produktion och effektiv resursanvändning. Detta bidrar i sin tur till att investeringar snabbt kan omsättas till resultat.⁹ I Europa är produktvariationen generellt sett större, vilket ökar flexibiliteten men samtidigt medför högre komplexitet i produktionssystemen. Denna komplexitet kan försvåra snabb uppskalning av verksamheter.¹⁰ Europeiska företag fokuserar ofta mer på kvalitet och tillförlitlighet än på att snabbt lansera produkter, vilket också innebär att det tar längre tid att få tillbaka information från kunder (som använder produkten) till produktutvecklingen (som tar fram nästa version).

9 Naughton, B. (2007). *The Chinese economy: Transitions and growth*. MIT Press.
Zhao, X., Flynn, B. B., & Roth, A. V. (2006).

Decision sciences research in China: A critical review and research agenda.
Decision Sciences, 37(4), 451–496.

10 Trattner, Alexandria & Hvam, Lars & Forza, Cipriano & Hansen, Zaza. (2019).
Product complexity and operational performance: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. 25.

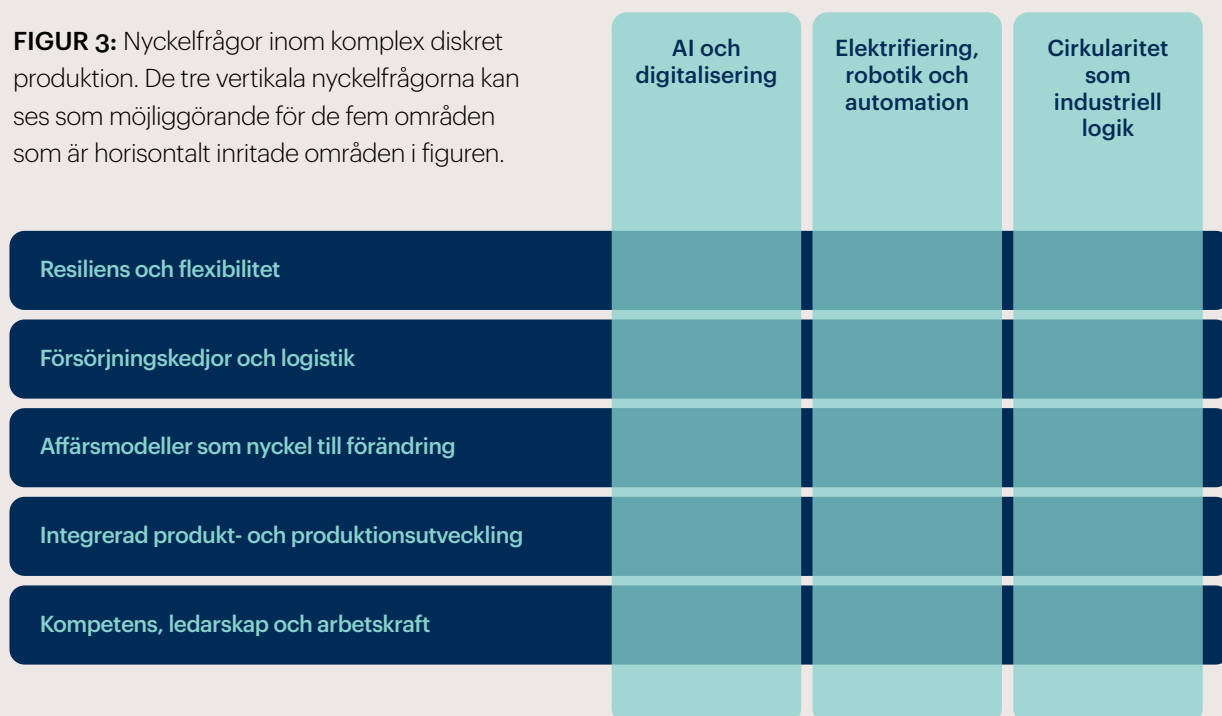
Kina har arbetat strategiskt genom statliga initiativ, såsom fem-årsplaner, med fokus på långsiktig industriell utveckling inom områden som elektrifiering och tillgång till kritiska råvaror. Framtida satsningar riktas mot exempelvis halvledarteknik, artificiell intelligens och cirkulär ekonomi.¹¹

11 The State Council of the People's Republic of China. (2021). *Outline of the 14th Five-Year Plan (2021–2025) for national economic and social development and long-range objectives for 2035*.

Nyckelfrågor för komplex diskret produktion



FIGUR 3: Nyckelfrågor inom komplex diskret produktion. De tre vertikala nyckelfrågorna kan ses som möjliggörande för de fem områden som är horisontalt inritade områden i figuren.



Nyckelfråga 1:

Resiliens är en aktivt uppbyggd förmåga

Resiliens är en aktiv och uppbyggd förmåga

Med begreppet resiliens avses här ett produktionssystemets förmåga att återhämta sig eller motstå olika störningar. Inom komplex diskret produktion behöver resiliens dessutom förstås

som en aktivt utvecklad och uppbyggd förmåga, snarare än som lagerhållning eller redundans i traditionell mening.

FLEXIBLA PRODUKTIONSSYSTEM

Ett flexibelt produktionssystem betyder att man enkelt kan ändra produktionen. Man kan bygga om, öka eller minska produktionen och tillverka olika produkter på samma linje.

Resiliens handlar till exempel om i vilken utsträckning svenska företag (inklusive deras leverantörskedjor och samarbetspartners) kan skala upp produktionen snabbt vid en kris. Det handlar också om huruvida det finns industriell kapacitet som snabbt kan aktiveras och om det är tydligt vem som bär ansvaret för specifika produktionsförmågor som sällan används men är kritiska när de behövs. Resiliens handlar också om företagens kontroll över försörjningskedjor och om att bygga upp regionala ekosystem där resursflöden från lokala samarbeten ingår i cirkulära system.

Detta blir särskilt tydligt inom försvarsindustrin, där behovet av snabba volymökningar kan uppstå med kort varsel. Samtidigt är det ofta oklart hur kostnaderna för beredskap i fredstid ska fördelas. Frågan om resiliens kan därmed kopplas till ansvarsfördelning mellan stat, industri och marknad.

Utvecklingen inom industrin driver ett behov av flexibla produktionssystem och organisatoriska strukturer som är utformade

för omställning snarare än för att vara stabila. Resiliens framträder därmed som en strategisk industriförmåga som måste byggas medvetet och långsiktigt.

Flexibilitet handlar om affärsmöjligheter, ägarskap och kompetens

Den ökade osäkerheten i omvärlden förstärker behovet av kortare ledtider, flexibla produktionssystem som kan konfigureras om när behoven förändras samt snabb teknisk och organisatorisk anpassning. Flexibilitet kan inte reduceras till en teknisk egenskap hos maskiner eller produktionslinjer utan beror också på sådant som affärsmöjligheter och förmågan att genomföra omställning. Ett företags flexibilitet formas bland annat av investeringslogik, riskfördelning och kompetensförsörjning. Korta planeringshorisonter begränsar företagens möjligheter till långsiktiga plattforms- och produktionsstrategier.

Utvecklingen för med sig allt högre krav på att bygga flexibla produktionssystem, eftersom omvärlden ställer allt större krav på både flexibilitet och snabbhet. Det innebär att företagen måste planera noggrant för att kunna öka produktionen vid behov, samtidigt som investeringsrisken hålls på en rimlig nivå.

För att kunna åstadkomma detta krävs kompetens och erfarenhet hos de anställda.

Flexibilitet påverkas av hur investeringar görs, hur risk fördelas och hur kompetens byggs och underhålls över tid. Därmed blir flexibilitet ett systemproblem snarare än en isolerad teknisk utmaning.

Nyckelfråga 2:

Försörjningskedjor och logistik

Väl utformade logistikkedjor är en konkurrensfaktor

En gemensam nämnare för framgångsrika företag är att de är skickliga inom logistik. Att ha väl utvecklade och effektiva logistikkedjor är ofta lika viktigt som produkten i sig. Logistikkedjor har betydelse både för ledtid och för kostnad.

Inom komplex diskret produktion krävs förmåga att samordna många leverantörer och komponentflöden. Produktionen behöver snabbt kunna anpassas vid förändringar och störningar i leveranskedjan måste kunna hanteras. Det ställer höga krav på planering och ofta även på stöd av realtidsdata för att säkerställa att rätt delar finns på rätt plats i rätt tid.

Sverige är sårbart när det gäller tillgång till flera kritiska material som behövs inom komplex diskret produktion. Exempel på sådana material är sällsynta jordartsmetaller (till exempel neodym) för elmotorer och magneter, batterimetaller (till exempel litium, kobolt och nickel) för elfordon och platinagruppermetaller för katalysatorer och vätgasteknik. Även halvledarmaterial (såsom kisel och gallium), grafit för batterianoder och volfram för verktyg är viktiga för svensk industri.

Ett sätt för företagen att hantera denna sårbarhet är att se över designen så att produkterna i möjligaste mån kan produceras utan kritiska material. Ett annat sätt är att skapa cirkulära system där material återanvänds.

Leverantörerna är viktiga för försörjningskedjorna

När det finns få leverantörer av komponenter och artiklar ökar sårbarheten och det kan också driva upp kostnaderna över tid. Hela produktionen påverkas om en leverantör inte kan leverera enligt plan, till exempel på grund av produktionsstopp eller kvalitetsproblem. Detta kan leda till förseningar, ökade kostnader och begränsad flexibilitet.

Om en industri är beroende av ett fåtal leverantörer får dessa ett större inflytande över prissättningen, vilket kan driva upp kostnaderna för kritiska komponenter och material. En bredare och mer diversifierad leverantörsbas (till exempel från olika länder, med varierande kapacitet och med alternativa lösningar för material eller komponenter) kan stärka försörjningskedjans robusthet.

Flera av de maskinleverantörer som är viktiga för svensk industri är globala. När de saknar lokal närvaro i Sverige försvåras samarbetet, eftersom utveckling och anpassning av maskiner kräver nära samverkan med den industri där de ska användas.

I dag har många små och medelstora företag så slanka organisationer att de har svårt att hänga med i teknikutvecklingen. De är dessutom hårt pressade att arbeta snabbt. Detta riskerar att försämra deras möjligheter till nära och interaktivt samarbete i rollen som leverantörer till industrin.

Leverantörer skulle i högre utsträckning vara villiga att dela risk i produktionsprojekt om de också fick ta del av vinsten. I dag saknas dock ofta former för nära samarbete som skapar förutsättningar för gemensamma lösningar mellan producenter och leverantörer.

Nyckelfråga 3:

Affärsmodeller som nyckel till förändring

Affärsmodellerna förändras

Hur affärsmodeller utformas är en central fråga för framtidens komplexa diskreta produktion. Teknisk förmåga att automatisera, digitalisera och effektivisera produktionen finns i stor utsträckning redan. Den avgörande frågan är istället hur värde skapas, fångas och fördelas längs värdekedjan.

STRATEGISKA PARTNERSKAP

Några exempel på strategiska partnerskap är:

Produktion2030 är ett strategiskt innovationsprogram som stöds av Vinnova, Energimyndigheten och Formas).

AMCC (Advanced Manufacturing Coordination Center), där Försvarsmakten, näringslivet, den akademiska världen och offentliga aktörer gemensamt bygger upp nya kapaciteter inom additiv tillverkning.

FFI (Fordonsstrategisk forskning och innovation) är ett samarbetsprogram mellan staten och fordonsindustrin som finansierar forskning och innovation inom vägtransporter.

Utvecklingen visar en tydlig förskjutning från traditionell produktförsäljning till tjänster, abonnemangsmodeller och funktionsbaserade erbjudanden. När produkter inte längre säljs som objekt utan som funktioner eller tillgänglighet förändras relationen mellan tillverkare, kund och användare i grunden. Ett

exempel som illustrerar denna förskjutning är att erbjuda leasing av fordon eller försäljning av transportlösningar istället för att sälja lastbilar.

Utvecklingen mot tjänster, funktioner och abonnemang gör att kopplingen mellan produkt och produktion blir starkare. Samtidigt ökar kraven på data, spårbarhet, juridik och långsiktiga samarbeten. Det skapar goda förutsättningar för cirkulära flöden och system, eftersom företagen behåller kontakt med sina produkter genom hela deras livscykel.

Livscykelansvar medför förändrad affärslogik

När tillverkaren tar ansvar för produktens hela livscykel förändras incitamenten för design, material-val och produktionsupplägg. Kopplingen mellan produkt och produktionssystem stärks, samtidigt som kraven på data, spårbarhet och systemintegration ökar. Affärsmodellen blir därmed en integrerande kraft mellan teknik, produktion och användning.

Samtidigt finns de största hindren inte i den tekniska eller affärsmässiga logiken, utan i frågor om juridik, ansvar och styrning. För att livscykelbaserade affärsmodeller ska fungera krävs

tydlig ansvarsfördelning, risk- och vinstdelning samt långsiktiga partnerskap mellan aktörer i värdekedjan. Se även nyckelfråga 8 (cirkularitet som industriell logik).

Samverkan och tillit behövs för lyckade affärsmodeller

Tillit mellan parter, gemensamma incitament, tydlig riskdelning och ett långsiktigt perspektiv är avgörande för framgång. Det övergripande målet är att stärka Sveriges förmåga genom att industrialisera ny teknik och nya lösningar, inte att bygga nya administrativa strukturer.

Det finns flera exempel där strategiska partnerskap möjliggjort investeringar och industriell utveckling som annars inte blivit av. Offentlig-privat samverkan kan vara ett verktyg för att hantera långsiktiga investeringar och gemensamma risker. Samtidigt behöver den utformas pragmatiskt för att undvika att utvecklingsprojekt fastnar i byråkratiska processer.

Nyckelfråga 4:

Integrerad produkt- och produktionsutveckling

Ett tydligt glapp i dagens system

Komplex produktutveckling kräver en nära integration mellan produkt, produktion och leverantörsnätverk. I dag är mjukvara, elektronik och mekanik tätt sammanflätade, men både organisation och arbetssätt utvecklas fortfarande ofta i separata spår.

Sverige har historiskt haft en stark förmåga inom avancerad systemutveckling och ett arbetssätt präglat av nära koppling mellan hård- och mjukvaruutveckling. Dagens snabba teknikutveckling innebär dock kortare livslängder för både produkter och tekniska lösningar, vilket ställer nya krav på utformningen av utvecklingsprocesser.

Forskning bidrar till att skapa trygghet som gör att företag vågar satsa på utveckling. Det är också viktigt att produktionskompetens finns med tidigt i utvecklingsarbetet.

Från komponent till funktion

Förskjutningen från komponentfokus till funktionsfokus samt från enskilda produkter till sammanhängande system och tjänster påverkar hur produkter designas, hur produktion byggs upp och hur leverantörer integreras i utvecklings- och produktionsprocessen.

Abonnemangs- och funktionsbaserade affärsmodeller förstärker behovet av att integrera maskin, process och användning samt att se produkt och produktion som delar av ett sammanhängande system snarare än separata områden.

Det behövs en tät koppling mellan produkt och produktion

En tät koppling mellan produkt och produktion fungerar bra i de fall ett företag planerar för helheten redan från början. Produktionen kan inte isoleras från övriga steg i arbetet med en produkt.

Förutsättningarna förändras snabbt och cyklerna är korta, framför allt när det gäller marknadskrav. Det krävs därför en integration över hela värdekedjan, det går inte att frikoppla sådant som en enskild aktör producerar från helheten. Brister uppstår när produktens förändringstakt är högre än förmågan att lönsamt anpassa produktionsmodellen. Detta gäller både den egna produktionen och möjligheten att skala den i volym.

När en produkt utvecklas över tid måste produktionen löpande anpassas. Alltför stora omställningar kan bli kostsamma i relation

till produktionsvolymerna. En design som utgår från hela livscykeln underlättar nödvändig anpassning och ökad flexibilitet.

Samverkan är viktig för integrerad produktutveckling

Sverige har en stark tradition av samarbete mellan företag, akademi och samhälle. Historiskt har svenska företag ofta varit beroende av samverkan mellan olika aktörer för att utvecklas och överleva.

Det är en konkurrensfördel att arbeta integrerat med beredare, konstruktörer och inköpare redan från början i utvecklingsprocessen inom avancerad produktion. Det handlar i grunden om arbetssätt, inte om teknikutveckling.

För att lyckas i produktionen krävs en rad olika verktyg, där digitalisering spelar en viktig roll för att bygga upp tillgång till relevant data. En nära dialog mellan produktion och konstruktion är central. När utveckling och produktion integreras kan företaget bättre utforma produkter med relevanta funktioner.

Företag behöver också involvera leverantörer tidigare i utvecklingsprocessen, exempelvis se till att maskinleverantörer ingår

som en del av utvecklingsarbetet. Ett sådant arbetssätt aktualiserar frågor om riskfördelning och affärsmodeller.

Samverkan mellan olika kompetenser i värdekedjan är viktig. Ett exempel är att representanter för eftermarknaden behöver inkluderas initialt för att kunna skapa cirkulära flöden, till exempel om hur en produkt kan plockas isär, repareras och uppgraderas. På samma sätt behöver leverantörsval vägas in noggrant i inköpsprocessen för att skapa resiliens senare i värdekedjan.

Nyckelfråga 5:

Kompetens, ledarskap och arbetskraft

Företag satsar allt mer på digitala verktyg, scenarier och data-drivet beslutsstöd för att bättre kunna hantera störningar i leverantörskedjor och bli mer motståndskraftiga. Samtidigt blir det viktigt med nya kompetenser och nya sätt att organisera arbetet på.¹²

¹² Deloitte. (2024). *2024 manufacturing industry outlook*.



»Arbetsgruppens målbild för 2035 är att svensk industri är flexibel och har hög resiliens. Produktionssystem, organisationer och samverkansnätverk är utformade för att snabbt kunna ställa om. Svenska företag har förmåga att skala upp produktion vid kriser. Osäkerhet i en föränderlig värld kan hanteras genom cirkulära modulära processer, robusta samarbeten och tydlig ansvarsfördelning mellan industri, stat och marknad.«

IVAs arbetsgrupp för komplex diskret produktion

Kompetens om produktionsfrågor behövs

I dag finns i många fall en bristande produktions- och produktteknisk kompetens inom företagens ledningsnivå. När dessa perspektiv inte finns med tidigt i beslutsprocesserna riskerar produktionsfrågor att komma in för sent i utvecklingsarbetet. Det finns också en risk att investeringsbeslut fattas utan tillräcklig systemförståelse, vilket gör att potentialen i ny teknik inte kan realiseras fullt ut.

Det finns många skickliga ingenjörer och tekniker i Sverige, men det saknas ofta personer med förmåga att överblicka hela kedjan inom avancerad produktion. Att kunna skala från utveckling till industriell verklighet kräver en bred kompetens hos både ledare och utförare. Det behövs både helhetsperspektiv och förståelse för hela värdekedjan.

Industrin behöver personer med bred och djup teknikkunskap

Ingenjörer behöver ha breda kunskaper i kombination med djup kunskap inom ett visst ämne. Därtill måste ingenjörer förstå försörjnings- och produktionsflödena inom produktionsin-

dustrin. Ett problem är det inte finns tillräckligt många personer med djup teknisk kunskap, istället ökar intresset för övergripande frågor på systemnivå.

Den snabba utvecklingen inom AI, automation och robotik medför att företagen ser behov av förändring i kompetensprofilen hos medarbetarna. Ett exempel är att det kommer att behövas helt ny kompetens för montörer, eftersom deras arbete i större utsträckning kommer att likna arbete med bearbetning. Det är också viktigt att inse att dagens operatörer inte bara utför enklare uppgifter, utan utgör en central del av hela produktionsprocessen.

Den snabba teknikutvecklingen påverkar också ledarskapet. Svenska företag har generellt en platt ledarskapskultur, vilket ofta är en konkurrensfördel i ett internationellt perspektiv.

URBANISERING

Urbanisering kan kopplas till dynamisk arbetsmarknad och konkurrens om arbetskraft, vilket kan ge högre personalrörlighet i städer jämfört med mindre orter. Nyföretagande och affärsaktivitet är generellt sett högre i urbana regioner än i rurala, vilket är en indikator på en mer dynamisk arbetsmarknad som kan kopplas till högre personalomsättning. En svensk studie av skillnader i arbetsstruktur mellan urbana och rurala områden tyder på större rörlighet inom städer jämfört med landsbygden.

Källa: Bergh, A. och medförfattare (2025). *A study of job polarization in Sweden from an urban-rural perspective*. *Journal for Labour Market Research*, 59(10). Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *OECD regions and cities at a glance 2018*. OECD Publishing.

För att konkurrera krävs kvalificerad, kompetent och diversifierad personal

Möjligheten att snabbt nå från marknadskrav till säljbar produkt påverkas av tillgång till förmågor inom ekosystemet. En tydlig aspekt är tillgång till kvalificerad personal, allt från verktygsmakare till produktionsingenjörer.

Diversitet är en del av Sveriges konkurrenskraft. Fler och mer varierade perspektiv skapar konkurrensfördelar. Diversitet i etnicitet verkar vara på gång, men diversitet mellan kvinnor och män går långsamt. Andelen kvinnor i svensk tillverkningsindustri var cirka 18–20 procent omkring år 2000. År 2024 var andelen cirka 20 procent, vilket visar att ökningen över tid varit liten och att industrin fortfarande är mansdominerad.¹³ För att förändra detta behöver Sverige attrahera fler kvinnor till tekniska utbildningar.

Sverige behöver också göra industrijobb i både stora och i små och medelstora företag mer attraktiva. Många arbetstillfällen finns vid mindre orter som har lägre personalomsättning än företag i stora städer (se faktaruta). Enskilda individers vilja och

13 Statistiska centralbyrån (SCB). *Arbetskraftsundersökningarna (AKU), yrkesregister*.

incitament att bo kvar på en ort har stor betydelse när produktionskompetens ska byggas upp, eftersom produktionen behöver vara långsiktig och i viss utsträckning platsbunden.

Det behövs bredd och diversitet i utbildningen

Andelen kvinnor i ingenjörsutbildningen ökar, även om är det stor skillnad mellan olika program (se faktaruta). Men ingenjörer är inte allt. Det är viktigt med god kompetens och bra utbildning för alla personer som arbetar i produktionen. Därför måste yrkesutbildningen stärkas.

Dagens kompetensbrist handlar inte främst om utbildningsutbudet, utan om incitament, tid och organisatoriska förutsättningar. För att möjliggöra omställning behöver det skapas utrymme för vidareutbildning och lärande i arbetet måste främjas. Dessutom behöver mer flexibla och modulära utbildningsformer användas systematiskt.

Det finns redan många goda exempel på väl fungerande vidareutbildning. Utmaningen ligger i att nyttja dessa strukturer bättre och mer samordnat, snarare än att bygga helt nya system. Det behövs också system och modeller för det livslånga lärandet.

Framtidens kompetensbehov rör sig mot bredare och mer mångsidiga färdigheter som stärker anställningsbarheten över tid och ökar förmågan till omställning. Samtidigt behöver individens motivation, delaktighet och upplevelse av att bidra till ett större sammanhang tas i beaktande.

En viktig aspekt vid ungdomars utbildningsval är möjligheten att bidra till något som upplevs som meningsfullt. För unga är det ofta avgörande att känna att det arbete de utför bidrar till en bättre värld. Samtidigt räcker det inte enbart att själv uppleva att man gör skillnad, det är också viktigt att omgivningen bekräftar att arbetet har betydelse.

Bra svensk forskarutbildning

Forskarutbildningen är bra i Sverige, sett i internationell jämförelse. Svensk utbildning utvecklar självständiga och mogna

ANDEL KVINNOR I INGENJÖRSUTBILDNINGAR

Andelen kvinnor i civilingenjörsutbildningen i Sverige ökade från omkring 24 procent i slutet av 1990 talet till cirka 32 procent år 2023.

Källa: Universitetskanslersämbetet. *Jämställdhet i statistiken*. Uppgifter hämtade 28 mars, 2026.

Andelen kvinnor varierade mellan 7 till 69 procent, enligt en genomgång av trettio ingenjörinriktningar år 2023. Detta år var andelen kvinnor högst inom civilingenjör i bioteknik och lägst inom högskoleingenjör i elektroteknik.

Källa: Ingenjoren.se/2023/10/23/7-till-69-procent-sa-varierar-andelen-kvinnor-mellan-ingenjorsinriktningarna. Uppgifter hämtade 28 mars, 2026.

individer med hög grad av egen drivkraft och utvecklingsförmåga.

En stark koppling mellan industri och akademi är avgörande för ett fungerande ekosystem, eftersom det kräver både starka forskningsmiljöer och hög kompetens. Disputerade personer bidrar på olika sätt till systemets samlade nytta genom att fungera som en brygga mellan akademi och industri.

Nyckelfråga 6:

AI och digitalisering (möjliggörare)

AI betraktas som en generell teknologi som på sikt kommer att genomsyra alla delar av verksamheten inom avancerad produktion. Dess största potential ligger i stöd, simulering, optimering och beslutsunderlag. AI förväntas inte ersätta produktionstekniken i sig.

En återkommande risk är att AI-utvecklingen drivs av aktörer med svag förståelse för produktion, vilket pekar på behov av standardiserade gränssnitt och starkare industriell förankring.

AI har potential som stöd och som intelligensförstärkande teknologi

AI tillämpas i dag för olika former av stödsystem och informationshantering. På så sätt har AI betydelse för produktivitet eftersom det kan ses som en intelligensförstärkande teknologi. Vissa områden har haft en lång utvecklingsresa, men AI har utvecklats snabbt. Förändringsresan inom automatik och robotik påbörjades på 50-talet, medan utvecklingen av AI går mycket fortare. Inbyggda AI-komponenter förändrar förutsättningarna inom produktionen, till exempel behövs insikt i produktionsbarhet.

Om AI används på ett klokt sätt finns stor potential, särskilt när tekniken ses som ett stödsystem för att optimera och styra fabriker mer effektivt. Den kan till exempel hjälpa små och medelstora leverantörsföretag att utveckla både produktion och flöden.

AI kan skapa stor nytta i produktionen genom att snabbt ta fram och testa olika lösningar. För att fungera i industrin måste användningen av AI bygga på bra och tillförlitliga data, kunskap om processerna, säkerhetskrav och verkliga beslut i produktionen. På kort och medellång sikt är värdet störst inom analys,

optimering, kvalitetssäkring, simulering och stöd till operatörer, snarare än i att använda AI för helt självstyrande produktion.

Till exempel är det svårt att manuellt testa alla funktioner i en bil, men genom att använda AI går det att simulera och utvärdera betydligt fler alternativ. AI används redan i dag för kontroll och kvalitetssäkring i produktionen. AI kan också tränas på hur produkter ser ut efter användning, vilket gör det möjligt att skapa system som lär sig förbättra återbruk och utveckla produkter över tid.

Vid sidan om framtida potential finns också problem och utmaningar med användning av AI inom komplex diskret produktion. Resiliens och sårbarhet har stor betydelse och det finns en erfarenhet av att de bolag som är specialiserade inom AI i dag har alltför lite kunskap om de specifika förutsättningar och villkor som gäller inom produktionsområdet.

Data behöver vara standardiserade och hålla hög kvalitet

Kvaliteten i tillgängliga data är en utmaning för tillämpning av AI inom komplex diskret produktion. Produktionen genererar

stora mängder data, men mycket av den är svår att använda eftersom den inte är standardiserad.

Fabrikerna är uppkopplade i dag, men ännu tas inte data till vara fullt ut. Förändringar i strukturer och arbetssätt som gör det möjligt att nyttiggöra informationen i data kommer att stärka konkurrenskraften. Företagen behöver bygga upp produktutveckling som är digitaliserad och där data kan användas i produktionen. Integrerade produktdata behöver dessutom utvecklas så att alla data finns på ett ställe.

Många svenska företag har sina rötter inom mekanisk industri. I dag kan mjukvara inte separeras från hårdvara, vilket innebär att hård- och mjukvara inte kan utvecklas var för sig. Ett konkret exempel är att ny mjukvara ofta inte fungerar i gamla maskiner. Det beror på att systemen inte passar ihop, har olika gränssnitt och styrsystem och att det kan vara dyrt och tidskrävande att anpassa och testa dem. Det räcker inte att det i dag är billigt att utveckla mjukvara anpassad till ett företags specifika produktionsförutsättningar. I stället krävs en mer genomgripande omställning inom industrin.

Datasäkerhet är en viktig kompetens och förmåga. Cybersäkerhet kommer att vara en viktig fråga framöver (inom flera om-

råden) och det finns alltför få personer som är specialiserade specifikt på industriell cybersäkerhet.

Nyckelfråga 7:

Elektrifiering, robotik och automation (möjliggörare)

Elektrifiering

En tydlig utveckling inom industrin är att pneumatiska komponenter ersätts med elektriska lösningar, till exempel byts tryckluftsdrivna cylindrar mot elektriska ställdon och servomotorer. Byte från pneumatik till el ger större flexibilitet, ökad dataåtkomst och mindre underhåll. Men det förändrar också förutsättningarna för hur fabriker utformas och gör tillgång till el till en central del av produktionssystemet. Elförsörjningen blir därmed en viktig fråga för framtida industriell utveckling i Sverige.

Sverige har goda förutsättningar genom sin stora andel vattenkraft, som tillsammans med magasin gör det möjligt att lagra energi och leverera el stabilt dygnet runt året om. Det innebär i praktiken att produktion inom industrin kan köras kontinuerligt utan avbrott, även när efterfrågan på el varierar. Skogen bi-

drar också till energisystemet, till exempel genom biokraft där restprodukter från skogsindustrin används som bränsle. Det skapar möjligheter till hög grad av självförsörjning. Det gör det också möjligt för Sverige att gå från ett ensidigt fokus på årlig energiförbrukning till ett bredare perspektiv som även omfattar effektbehov, nätkapacitet, anslutningstid, effektkvalitet och svängningar i pris.

Tillgången till grön el kan påverka var företag väljer att etablera produktion. Möjligheten att erbjuda dokumenterad fossilfri el (till exempel via ursprungsgarantier) ger tydliga förutsättningar för sådan verksamhet som har höga krav på energins ursprung. För industrin är tillgång till fossilfri och kostnadseffektiv el central, särskilt inom diskret tillverkning. Dessa industrier är ofta elintensiva och använder el i processer som innehåller motorer, frekvensomriktare, robotceller och datorstyrda verktygsmaskiner (så kallade CNC-maskiner). Tillgång till el behövs också i system för uppvärmning och kylning, till exempel för kompressorer och värmepumpar.

Sveriges relativt låga elpriser i kombination med en nästan helt fossilfri elproduktion gör att företag kan sänka sina totala kostnader och samtidigt få en mer stabil kostnadsbild över tid.

I praktiken kan kostnadseffektivt prissatt el med hög leveranssäkerhet delvis väga upp högre lönekostnader i ett högautomatiserat produktionssystem.

Kunder ställer i allt högre grad krav på låg klimatpåverkan, både när det gäller utsläpp från inköpt energi och utsläpp i hela leverantörskedjan (till exempel från leverantörer och transporter). Sverige kan redan i dag erbjuda el med låga utsläpp och tydlig spårbarhet. Det gör att företag kan möta dessa krav utan omfattande extra investeringar och samtidigt undvika framtida kostnader kopplade till utsläpp. Samtidigt förbättrar elektrifiering möjligheterna att mäta och följa upp både direkta och indirekta utsläpp i den egna verksamheten och för sådant som företaget inte själv driver, men som hänger ihop med verksamheten och bidrar till dess totala klimatpåverkan (till exempel transporter till och från företaget och användning av företagets produkter hos kunden).

Det svenska elsystemet kännetecknas av en kombination av energislag där reglerbar vattenkraft samverkar med vindkraft, solenergi och kärnkraft. Vattenkraften kan snabbt öka eller minska produktionen, vilket balanserar variationer från vind och sol. Kärnkraften fungerar som en stabil basproduktion.

Kombinationen minskar risken för produktionsstörningar och behov av egen reservkapacitet, som annars ofta utgörs av dieseldrivna generatorer. Tillsammans med en väl utbyggd fjärrvärme (som utnyttjar restprodukter och avfall) skapas ett resurseffektivt system. Fjärrvärmerna kan också kombineras med kraftvärme, där både el och värme produceras samtidigt. Fabriker inom produktionsindustrin kan bidra till att balansera det svenska energisystemet. Genom att minska sin förbrukning när belastningen i elnätet är hög, flytta energikrävande processer till andra tider och ibland öka förbrukningen när det finns gott om el kan fabriker bidra till effektflexibiliteten i systemet.

En utvecklingstrend är att elektrifiering, automation och mjukvara i allt högre grad smälter samman och fungerar som ett integrerat system. Elektrifieringen ersätter traditionella energibärare med el, automationen möjliggör automatiserad styrning av processer och mjukvaran binder ihop detta genom att samla in data, analysera och optimera i realtid. Tillsammans gör det att elektriska system kan styras mer dynamiskt, anpassas efter förutsättningar som elpris och nätkapacitet samt bidra till jämnare belastning och effektivare drift. Tillgången till fossilfri el blir därför en viktig aspekt i en industri med ökad automation, digitalisering och elektrifiering av processer. Det kan till exempel

handla om AI-styrd produktion där artificiell intelligens optimerar drift i realtid och där AI används för perception, planering, prediktivt underhåll, kvalitet och energioptimering. Andra exempel är elektriska istället för fossildrivna ugnar och avancerad robotik. Kostnadseffektivt prissatt el bidrar till lägre kostnad per producerad enhet och gör det möjligt att hantera mer avancerade delar av värdekedjan inom landet. Globalt sett blir klimatkrav, handelshinder och styrmedel kopplade till utsläpp blir allt vanligare, till exempel genom tull på koldioxid (såsom EU:s system för koldioxidjustering vid import). I en sådan omvärld blir tillgång till fossilfri el en viktig faktor för industriella investeringar, långsiktig planering och stabil drift.

Robotik och automation

Robotik är ett sätt att skapa flexibel automation som kan anpassas till förändringar. Automation är i grunden ett ekonomiskt val snarare än ett tecken på modernisering. Den viktiga frågan är vilka variationer, volymer och kvalitetskrav som faktiskt motiverar automation i varje enskilt fall. Robotik gör det möjligt att hantera mindre serier, fler produktvarianter och snabba omställningar. Dessutom kommer robotik att utgöra ett nytt gränssnitt mellan

operatör, maskin och mjukvara inom produktionen. Ett exempel är att operatörer inte behöver vara fysiskt närvarande. Produktionen kan istället styras på distans och övervakas i realtid. Automation ersätter inte arbete i sig, utan förändrar det till att handla mer om övervakning, felsökning, omställning, återstart och förbättringsarbete.

Utvecklingen inom robotik går mot mer flexibla system som kan programmeras om och användas i fler olika uppgifter. De kan hantera större variation i objekt, sekvenser och miljöer. Det minskar behovet av specialanpassade lösningar och gör det enklare att automatisera fler delar av industrin. De robotar som finns på marknaden om fem år är kommer att vara mer tillgängliga att gå in i en produktionsprocess och utföra moment som i dag görs av människor. Här är säkerhet är en självklar grundförutsättning redan i dag. Nästa steg blir system som kan uppfatta sin omgivning, dra slutsatser och anpassa sig till mer varierande miljöer.

ROBOTTÄTHET I SVENSK INDUSTRI

Antal robotar per anställd i industrin ökar globalt. Asien växer snabbast, särskilt Kina som står för en stor andel av nya installationer. Sydkorea har världens högsta robottäthet, 1 220 robotar per 10 000 anställda år 2024.

Samma år hade Sverige 377 industrirobotar per 10 000 anställda i industrin, vilket innebär en nivå över både EU-genomsnittet (231) och det globala genomsnittet (132). Detta placerar Sverige bland de tio främsta länderna globalt när det gäller robottäthet.

Källa: International Federation of Robotics (2025). *Robot density in the manufacturing industry*.

På sikt väntas den totala kostnaden för automation minska i många fall, främst genom ökad standardisering och mindre behov av anpassad integration. Samtidigt kan kraven på snabb återbetalning bli hårdare. Det påverkar vilka automationsprojekt som blir lönsamma, särskilt i osäkra marknadslägen. Kostnadsutvecklingen drivs av två motverkande faktorer. Hårdvara och standardplattformar blir billigare, medan de största kostnaderna fortfarande finns i integration, säkerhet, datahantering, verktyg och driftsättning. Framöver väntas kostnaden för automation sjunka i tillämpningar där hårdvara, mjukvara och integration kan standardiseras. Den centrala ekonomiska frågan är dock inte priset på själva roboten, utan den totala kostnaden för att utveckla, införa, säkra, anpassa och underhålla en fungerande automationslösning över tid.

Sverige ligger långt fram inom automation, till exempel har många små bolag hög automatiseringsgrad. Sverige har också en hög robottäthet (antal robotar per anställd i industrin, se faktaruta). För svensk industri ligger det strategiska värdet i automation och AI i att förbättra kvalitet, korta ledtider, öka robustheten och stärka förmågan att ställa om. Det kan också göra det lättare att behålla avancerad produktion nära utveckling, leverantörer och kunder.

Det finns en relativt begränsad kapacitet att leverera automation inom landet. Det gäller inte bara tillgången på automationsutrustning, utan även bristen på rätt kompetens i flera led. Sverige har generellt sett hög nivå av teknisk kompetens, men vid en större satsning på ny industri och produktion uppstår flaskhalsar i form av tillgång till personer med kompetens inom systemintegration, applikationskunnande, elkraftkompetens, mjukvaruutveckling, cybersäkerhet samt service- och operatörskompetens.

En ökad grad av automatisering kan bidra till högre produktionskapacitet och stärkt konkurrenskraft. Robotik och automation kan ge fördelar i form av högre kvalitet, kortare ledtider, bättre spårbarhet, ökad robusthet och möjligheter till mer regionaliserad tillverkning. I högautomatiserade produktionsmiljöer är lönekostnaden sällan den avgörande konkurrensfaktorn. Viktiga faktorer är tillgång till produktionsteknisk kompetens, en stark leverantörsbas och väl fungerande industriella ekosystem.

Tillverkande industri har mycket att lära av logistik- och bioteknikföretagens arbetssätt inom automatisering. Dessa sektorer har ofta utvecklat lösningar utifrån andra behov än den traditionella verkstadsindustrin, vilket har lett till nya angreppssätt inom automation. Särskilt relevant är AI- och perceptionsdriven

automation (där system använder data och sensorer för att fatta beslut i realtid) och användningen av autonoma mobila robotar i flexibla materialflöden. Även arbetssätt för spårbarhet, systematisk verifiering av processer och datadriven kvalitetssäkring skulle kunna överföras och bidra till mer transparent, robust och adaptiv produktion inom diskret komplex industri.

En utvecklingslinje är att automation driver kvalitetssäkringen inom företagen. Detta sker till exempel genom inline-mätning där mätning görs direkt i produktionsflödet i realtid, sluten återkoppling där mätdata används automatiskt för att direkt justera och styra processen och genom AI-baserad avvikelседetektion för att identifiera sådant som skiljer sig från normal beteende eller kvalitet så att fel eller störningar snabbt kan upptäckas.

Nyckelfråga 8:

Cirkularitet som industriell logik (möjliggörare)

Cirkularitet är inte ett miljömål i sig, utan ett sätt att skapa värde när resurserna är begränsade och försörjningskedjorna osäkra. Fokus bör flyttas från återvinning (som är lägsta nivån) till återanvändning och återtillverkning.

Cirkulär ekonomi är kopplad till produktens livscykel och företagens affärsmodeller

Cirkulär ekonomi fungerar bäst när produktens livscykel kan kontrolleras. För att skala upp cirkularitet behövs flera saker samtidigt. Affärs- och avtalsstrukturer måste stödja cirkulära flöden och skapa incitament för värde över tid. Risker och vinster ska delas mellan tillverkare, leverantörer, servicepartners och kunder. Produkterna behöver också designas för demontering, uppgradering och återanvändning. Standardiserade moduler, spårbarhet och data om hur produkten används är viktiga. Logistiken är en del av lösningen och det måste finnas stabila returflöden, sortering, inspektion och kapacitet för återtillverkning. Detta fungerar ofta bäst i regionala system med korta transporter, lokala samarbeten och lokala försörjningskedjor.

ÅTERTILLVERKNING

Återtillverkning (eng. re-manufacturing) är en industriell process där begagnade produkter eller komponenter demonteras, rengörs, repareras och testas för att återställas till ny skick. Målet är att den återtillverkade produkten ska ha samma, eller bättre, prestanda och garantivillkor som en ny produkt.

Affärsmodeller, reglering och incitament är de största hindren, inte tekniken.

Samarbete och nya sätt att utforma produkter och flöden behövs

I praktiken fungerar cirkularitet när det är lönsamt. Alla aktörer i flödet måste tjäna på det. Systemet bygger på beroenden och värdet uppstår först när hela kedjan fungerar. Samverkan och delning av risk och lönsamhet är därför avgörande. Företaget och dess olika kompetenser behöver stärka sin samverkan inom det cirkulära ekosystemet, till exempel genom att utveckla nya arbetssätt tillsammans med underleverantörer.

Även aktörerna inom olika delar av samma företag behöver samverka i högre utsträckning för att det cirkulära flödet ska fungera. Till exempel behövs samverkan mellan de som arbetar med kommersiell modell, produktdesign, upphandling, produktion, försörjningskedjor, service och reparationer samt inom ombyggnad och återställande.

Cirkulära flöden kan vara svåra att hantera industriellt. Cirkulära flöden är ofta mer manuella, jämfört med en linjär ekonomi där råvaror utvinns, produkter tillverkas, används och sedan slängs som avfall. Cirkularitet ställer krav på design, begränsning till hållbara och förnybara material och möjligheten att kunna separera olika komponenter och material.

Produkten behöver förberedas för att monteras ihop, men också för att kunna monteras isär och för att kunna uppgraderas. Detta kräver fungerande servicestrukturer, retursystem och processer för montering, demontering, återställande och uppgraderingar.

Inom produktionen behövs kunskap om vad som har gått fel när en produkt returneras. Sådan information, till exempel om kvalitet och vad som har hänt under produktens livstid, kan vara svår att få fram. Om denna informationsinhämtning lyckas kan företagen effektivisera sitt beslutsfattande och förbättra lönsamheten i produktionen.

Det kan också vara svårt att hantera produkter som tillverkas i många olika varianter. Låga volymer och hög variation leder ofta till mer manuellt arbete jämfört med standardiserade produkter, där tillverkningen i högre grad kan automatiseras.

Att återställa en produkt till dess ursprungliga funktion är ett hantverk som kräver kunskap om olika reparationsmetoder samt tillgång till ritningar och annan information som kan ge insikt i hur produkten har använts och påverkats över tid.

Sverige har flera styrkeområden inom cirkularitet

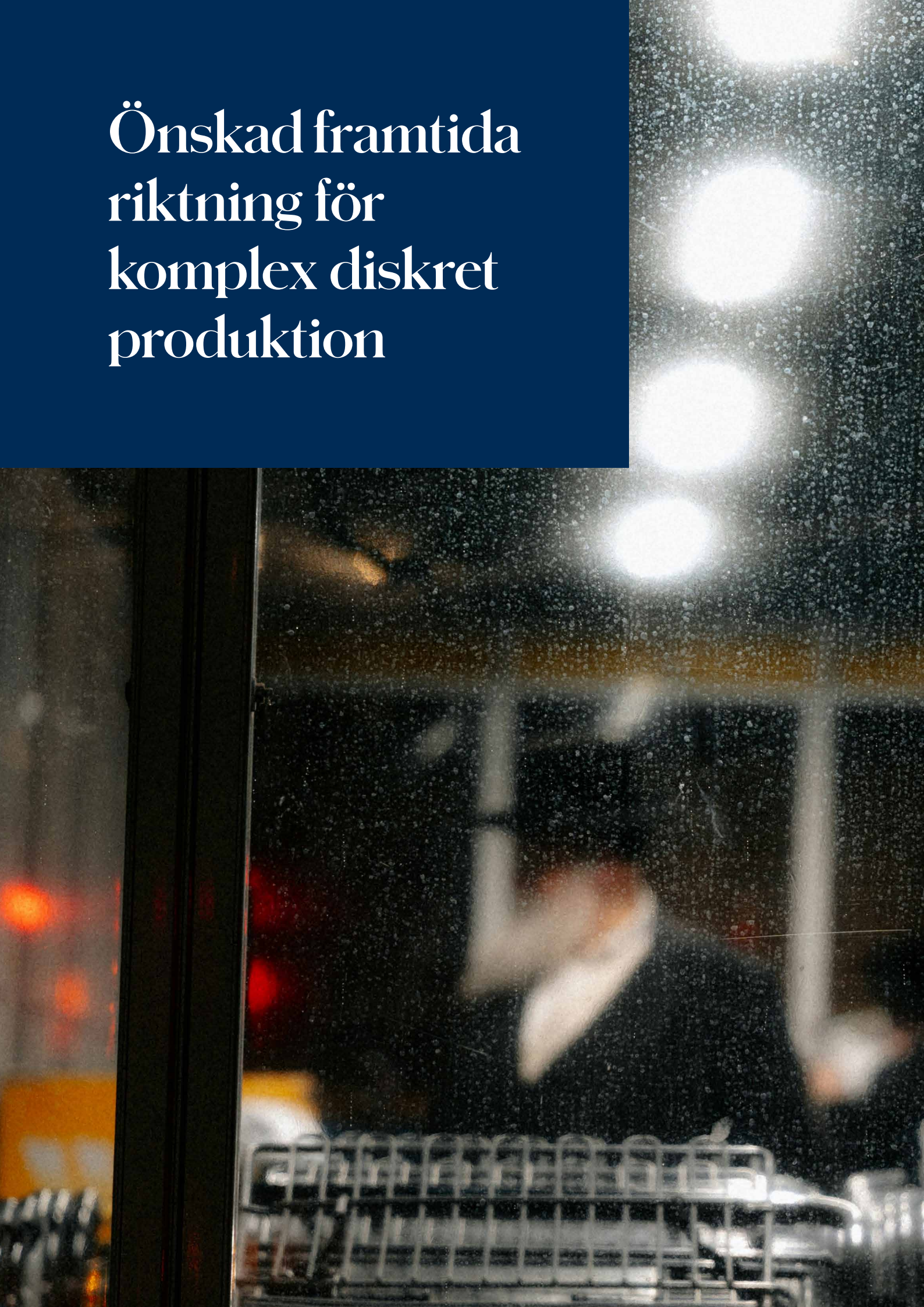
Vattenkraften är mer än bara elproduktion och fungerar som ett centralt verktyg i energisystemet. Den ger stabil och planerbar el som gör att industriprocesser kan drivas jämnt över tid. Samtidigt har den en snabb reglerförmåga, vilket innebär att produktionen kan anpassas snabbt efter behov. Det gör det möjligt att kombinera med automatiserade system och hantera variationer i elanvändning. Vattenkraften bidrar också till att balansera hela elsystemet, vilket gör att flera aktörer kan dela på nät och kapacitet.

Skogen är inte bara en råvara utan en cirkulär resurs som kan användas i flera steg. Den används först till produkter som trä, fiber och byggmaterial. Därefter kan restprodukter tas till vara och bli till exempel kemikalier eller bioenergi. I ett tredje steg kan biogent kol användas i material eller för att skapa negativa utsläpp genom koldioxidinfångning och lagring. Alla dessa steg kräver elintensiv förädling, stabil tillgång till energi och låg klimatpåverkan.

Gruvor och mineral utgör grunden för diskret produktion eftersom alla produkter bygger på material som utvinns från början. Sveriges gruvor är viktiga eftersom de levererar metaller och

mineral till maskiner, batterier och elektrifiering. De har också goda möjligheter att drivas med el istället för fossila bränslen och ligger nära områden där industriell verksamhet kan utvecklas. När gruvor och mineral kopplas till fossilfri el, vidareförädling och återvinning av metaller skapas sammanhängande och cirkulära flöden som stärker hela systemet.

Önskad framtida riktning för komplex diskret produktion



FIGUR 4: Figuren illustrerar en Sverige-berättelse, med en utveckling från ett land byggt på naturresurser till ett land som står starkt och konkurrenskraftigt inom cirkulära industrisystem.

Dagens tillstånd	Dagens svenska elproduktion är till cirka 99 procent fossilfri och kombinerar låga utsläpp med elpriser som är bland de lägsta i EU. Elnätet bygger på en unik mix av vattenkraft, kärnkraft och förnybar produktion som ger både klimatprestanda och stabilitet. Detta ger Sverige en fördel.
Från enskilda fabriker till industriella system	Global konkurrens avgörs inte längre av enskilda fabriker, utan av effektivitet och robusthet i hela industrisystemet. Sverige kan flytta fokus från punktinvesteringar till industriella kluster där energi, material, värme och kompetens kopplas samman. I sådana kluster ses el inte bara som en insatsvara utan som systemets ryggrad. Industriella restströmmar (värme, ånga, kylbehov och material) blir resurser i andra verksamheter.
Naturresurser som inte bara exploateras	Sveriges klassiska styrkeområden blir en grund för nya integrerade värdekedjor. Vattenkraft ger el, men fungerar också som ett systemverktyg för stabilitet, reglerförmåga och balans. Skogen kan ge sammanflätade flöden av trä, fiber, kemikalier, energi och restströmmar. Gruvor ger material till elektrifiering och diskret produktion. När svenska resurser samlokaliseras uppstår systemfördelar som är svåra att replikera globalt. Klusterlogik handlar om maximalt värde per resurs (inte om maximal utvinning).
Cirkularitet blir affär, inte pilot	Många internationella cirkulära initiativ misslyckas eftersom de stannar på pilotnivå. I Sverige finns förutsättningar att skala cirkularitet industriellt. Elektrifiering och fossilfri el är avgörande för att cirkulära materialflöden ska vara både klimat- och affärsmässigt hållbara. Cirkularitet blir därmed en kostnads- och konkurrensstrategi, inte enbart en hållbarhetsambition.
Organisationsmodell som konkurrensfördel	Den svenska modellen med platta organisationer, tillsatsbaserad styrning och stark samarbetskultur är avgörande. I kluster måste aktörer våga vara beroende av varandra, dela risk och utveckla affärsmodeller iterativt. I Sverige finns en lång tradition av samarbete mellan industri och energibolag, mellan privat och offentlig sektor och mellan konkurrerande aktörer i gemensamma systemfrågor. Detta leder till lägre transaktionskostnader, förkortar ledtider och gör det möjligt att realisera komplexa lösningar i praktiken, inte bara på pappret.
Systemansats som tar vara på svenska tillgångar	Sammantaget pekar detta mot värdet av att inte bara satsa på vissa tekniker eller enskilda projekt. Istället behövs långsiktig tillgång till fossilfri och planerbar el, industriella kluster med starka rest- och cirkulära flöden och förutsägbarhet som gör investeringar på 20-30 år möjliga. Vi bör också använda den svenska samarbetsmodellen som strategisk tillgång.
Attraktiv industrination	Sverige är en långsiktigt attraktiv industrination för investeringar och innovation. I nästa industriella era konkurrerar vi inte med billig arbetskraft eller kortsiktiga subventioner. Istället utgår vi från en kombination av fossilfri och konkurrenskraftig el, rika naturresurser, industriella kluster, cirkulära affärsmodeller och en samarbetsdriven organisationskultur.

Målbild

Arbetsgruppens målbild för 2035 är att svensk industri är flexibel och har hög resiliens. Produktionssystem, organisationer och samverkansnätverk är utformade för att snabbt kunna ställa om.

Svenska företag har förmåga att skala upp produktion vid kriser. Osäkerhet i en föränderlig värld kan hanteras genom cirkulära modulära processer, robusta samarbeten och tydlig ansvarsfördelning mellan industri, stat och marknad. Försörjningskedjor är diversifierade, strategiskt utformade och integrerade med produktdesign för att minska beroende av kritiska material och av enskilda leverantörer. De ingår också i regionala cirkulära system.

Affärsmodellerna har utvecklats från hårdvaruförsäljning till tjänste- och funktionsbaserade erbjudanden med livscykelansvar och starkare koppling mellan produkt, produktion och användning, jämfört med det vi ser i dag. År 2035 stöds affärsmodellerna av långsiktiga partnerskap, tillit och fungerande modeller för risk- och värdedelning. Produkt- och produktionsutveckling sker integrerat från start, där aktörer i hela värdekedjan samverkar och där digitala verktyg gör det möjligt att snabbt anpassa produktionen till förändrade krav.

Digitalisering, AI och automation är fullt integrerade inom industrin och används för simulering, optimering och beslutsstöd baserat på data som är standardiserade och tillgängliga. Elektrifiering och avancerad robotik stärker produktivitet och konkurrenskraft. Cirkularitet är en naturlig del av affärslogik och

produktion och det finns väl fungerande system för återanvändning, återtillverkning och resurseffektivitet. Kompetensförsörjning ses som en strategisk svensk styrka och medarbetarna har både bred systemförståelse och djup specialistkunskap. Livslångt lärande, attraktiva industrijobb och ökad mångfald bidrar till att säkra rätt kompetens över tid.

Stat, industri, energisystem och försvar planerar i ökande grad tillsammans och testar lösningar i pilotprojekt som sedan kan skalas upp. Istället för att varje aktör optimerar sin egen del prioriteras gemensamma lösningar som fungerar för hela systemet. I ett NATO-sammanhang innebär detta att Sverige inte bara bidrar med enskild kapacitet, utan med samordnade systemlösningar. Totalförsvaret fungerar samtidigt som en drivkraft i samhällsbyggandet. När resurser motsvarande en större andel av ekonomin används för försvar, riktas de också mot investeringar som stärker industriell produktion, kompetens och energisystem. På så sätt blir försvaret inte ett separat område, utan en integrerad del av den bredare industriella och samhällsliga utvecklingen.

Allt detta innebär att Sverige år 2035 har förmåga att industrialisera ny teknik och snabbt omsätta innovationer till konkurrenskraftig produktion i en föränderlig global kontext.

Fem förslag för stärkt svensk konkurrenskraft inom diskret komplex produktion

Detta avsnitt presenterar fem övergripande förslag för att stärka Sveriges konkurrenskraft inom diskret komplex produktion. Förslagen utgår från att den svenska industrin förändras mycket just nu. I en tid av snabb förändring är förmågan att utveckla och producera avancerade produkter viktig för svensk konkurrensförmåga, men också för fortsatt trygghet och stabilitet i samhället.

Mot denna bakgrund lämnar vi fem förslag till åtgärder:

- Stärk kompetens, innovation och testmiljöer och för industrialisering
- Stärk svensk resiliens genom omställning till en cirkulär ekonomi
- Utveckla industrikuster
- Satsa på forskning inom etablerade produktionstekniker
- Förbättra grundläggande villkor för etablering och drift

För varje förslag presenteras ett antal konkreta handlingspunkter som beskriver vilka åtgärder som behövs och vilka aktörer som bör ha ansvar för att genomföra dem. Våra förslag visar hur ett mer samlat, långsiktigt och systeminriktat angreppssätt kan bidra till att stärka Sveriges position inom europeisk och global produktionsindustri.

Det finns ingen inbördes prioritering mellan förslagen, alla fem behöver genomföras och arbetet bör starta omedelbart. Effekterna kommer att visa sig i olika takt. Fyra av förslagen kan ge konkreta resultat redan inom några år, medan omställningen till cirkulär ekonomi är ett långsiktigt arbete som kan ta 15–20 år att fullt ut genomföra. Att inleda genomförandet av samtliga delåtgärder så snart som möjligt är därför avgörande för att stärka Sveriges resiliens och stå bättre rustade vid förändringar i det geopolitiska läget.

Förslag: Stärk kompetens, innovation och testmiljöer och för industrialisering

Sverige behöver bli bättre på att omsätta forskning till industriell tillämpning. Därför behöver svensk industrialisering stärkas,

bland annat genom medarbetare med relevant kompetens och tillgång till fler test- och laboratoriemiljöer. Genom att koppla avancerad forskning till industriella piloter och verkliga produktionsmiljöer kan vi utvecklas och samtidigt bygga den resiliens som krävs i ett allt mer osäkert industriellt landskap. För att bibehålla svensk konkurrenskraft krävs att Sverige fokuserar på innovation, kvalitet och systemlösningar snarare än på kostnad.

Genom att studenter och yrkesverksamma får tillgång till relevanta labbmiljöer, testbäddar och pilotanläggningar i direkt anslutning till industrin skapas en kontinuerlig koppling mellan teori och praktik. Detta kan öka kvaliteten i utbildningarna och stärka hela industrisystemets förmåga att snabbt omsätta ny kunskap i industriell tillämpning.

Industrin behöver tänka nytt kring utbildning genom att visa att det finns attraktiva ingenjörskarriärer inom produktion, inte bara chefsroller. Företag kan bidra genom att integrera utbildning och praktik, inspirerat av exempel där studenter tillbringar tid i industrin. Initiativ som certifierade utbildningar, industri-gymnasier och kombinerade studie- och arbetsupplägg kan stärka kopplingen mellan skola och arbetsliv. Även tidiga insatser kan öka ungas intresse för industrin. Exempel på sådana

insatser är praktik, deltidsjobb, samarbete med studievägledare och stöd till lärare.

Insatser som riktar sig till mot små och medelstora företag behöver adressera deras särskilda utmaningar. Dessa företag arbetar ofta med begränsade resurser, hög operativ belastning och de har många gånger svårt att bära risk i omställning. Det finns därför anledning att stimulera ekosystem där små och medelstora företag kan arbeta tillsammans med större aktörer. I sådana system kan risk och värde delas mellan samverkande aktörer.

För att stärka svensk innovation, testmiljöer och kompetens för industrialisering behöver några strategiska vägval göras. Sverige kan inte vara ledande inom alla teknikområden, istället behöver vi fokusera våra resurser strategiskt. Därför bör vi prioritera utvalda teknikområden där Sverige har störst potential. Ett annat vägval är att skapa balans mellan bredd och spets i forsknings- och innovationssatsningar. Ett tredje vägval är att fundera över i vilken utsträckning forskning inom området bör vara öppen och forskarinitierad i förhållande till riktade satsningar (och vilka som i så fall utformar villkoren för riktade satsningar).

Konkreta handlingspunkter för att stärka kompetens, innovation och testmiljöer och för starkare industrialisering:

- **Satsa på kompetens och utbildning** genom att utveckla de praktiska momenten och de tillämpade kunskaperna inom ingenjörsutbildningarna och särskilt genom att stärka den produktionstekniska kompetensen. De lärosäten som bedriver ingenjörsutbildning är viktiga och de behöver samverka med industrin för att utbildningen ska få ett innehåll som verkligen är användbart inom industrin. Samverkan kan till exempel fördjupas genom att representanter från industrin ingår i programråd för ingenjörsutbildningar och bidrar till att forma utbildningarnas innehåll och inriktning. Industrin kan också ta ett större ansvar för kompetensförsörjningen genom att aktivt stödja och följa upp att anställda som saknar full examen faktiskt ges möjlighet och tid att slutföra sina studier och ta ut sin examen. Det finns både svenska och internationella exempel på utbildningsmodeller där studier och arbete kombineras. Denna typ av upplägg, med mer flexibla och verklighetsnära utbildningsformer, kan utvecklas vidare och differentieras mellan olika ingenjörsinriktningar. Utbildningsmodeller med nära koppling mellan teori, tillämpning och industriell praktik vore särskilt värdefulla inom produktionsområdet.

- **Etablera industrinära testbäddar och labbmiljöer** genom att bygga miljöer för test, utbildning och industrialisering i samarbete mellan lärosäten, industri, institut och myndigheter. Samverkan krävs mellan alla dessa aktörer.
- **Stärk kopplingen mellan forskning och industrialisering** genom att skapa tillämpade forskningsstrukturer och finansiering som omfattar alla former av forskning och innovation såsom teoretisk forskning, tillämpad forskning, banbrytande och forskningsintensiv teknik och dess tillämpning genom nydanande och ofta omvälvande innovation (eng. deep tech) och industriell utveckling inom produktionsområdet. De statliga forsknings- och innovationsfinansiärerna är centrala, men även institut, lärosäten och industri.
- **Prioritera strategiska forskningsinsatser** genom att göra finansiering i form av större och mer långsiktiga satsningar (istället för tonvikt på projektfinansiering). De statliga forsknings- och innovationsfinansiärerna är viktiga, men även andra finansiärer såsom stiftelser och verksamhet inom institut.

- **Fördubbla statens ersättning till ingenjörsutbildningar** inom två mandatperioder för att säkerställa både drift och uppbyggnad av relevanta undervisningslaboratorier, stärka den industriella förankringen samt kompensera för den långvariga eftersläpningen i finansiering.
- **Stärk små och medelstora företag** genom stöd för teknikimplementation, kompetens (såsom rekrytering av ny personal och vidareutbildning för befintliga medarbetare) och utveckling av affärsmodeller som fungerar för att små och medelstora företag ska kunna skala upp och växa. Staten (regeringen och ansvariga myndigheter) behöver samarbeta med aktörer på lokal nivå (regioner och kommuner), med industrin samt med aktörer som arbetar med stöd till startups och scaleups. Dessutom behöver större företag arbeta nära mindre företag och tillsammans utveckla lösningar i verkliga projekt. Sådan samverkan drivs inte av extern finansiering, utan av aktiva interna beslut i de större företagen. Ett konkret sätt att göra detta är att skapa nära samarbetsmiljöer där stora och små företag gemensamt arbetar med verkliga problem. För att lyckas måste detta vara förankrat i ledningen och fullt integrerat i kärnverksamheten, med fokus på faktiska behov och konkreta lösningar.

Tidslinjen för att bättre omsätta forskning till industriell tillämpning kan delas upp i tre faser. På kort sikt (1–2 år) bör program och testmiljöer etableras, vilket kan leda till starkare koppling mellan forskning och industri på medellång sikt (3–5 år).

Under de kommande två åren bör en grupp med representanter för relevanta svenska företag, lärosäten och RISE ta fram konkreta implementeringsförslag för nationella testbädds- och laboratoriemiljöer samt förslag på en samlad nationell profilering. Under denna period bör det även tas fram förslag på hur Vinnova, Tillväxtverket och Energimyndigheten kan utveckla sina finansieringsinstrument. Parallellt bör befintliga strategiska forskningsområden inom produktionsområdet ses över och anpassas till en nationell inriktning. En gemensam modell för praktik i utbildningssystemet bör utvecklas och införas, liksom ett "Center of Vocational Excellence" som täcker kompetens från operatörsnivå till forskarutbildning. Vidare bör ett första steg tas för att höja statens ersättning till ingenjörsutbildningar och för att etablera en överenskommelse som gör det möjligt för personer utan examen att kombinera arbete i industrin med att slutföra sin utbildning. Under de följande två åren bör akademi, institut och industri förberedas för att genomföra kommande satsningar. Samtidigt bör svenska testbäddar positio-

neras tydligare i det europeiska innovationssystemet, arbetet med att höja statens ersättning till ingenjörutbildningar fortsätta och den framtagna modellen för praktik successivt implementeras i utbildningssystemet.

På längre sikt (5–10 år) bör målet vara att uppnå full effekt i industrialisering och kompetensförsörjning.

Förslag: Stärk svensk resiliens genom omställning till en cirkulär ekonomi

Sverige behöver utveckla produktionssystemen för att bidra till samhällets omställning till en cirkulär ekonomi. Sveriges konkurrenskraft bygger i hög grad på förmågan att arbeta effektivt med begränsade resurser i kombination med en stark samarbetskultur mellan industri, akademi och offentliga aktörer. Omställning till ett cirkulärt samhälle kan stärka Sveriges konkurrenskraft genom att bygga vidare på svenska aktörers förmåga till samarbete, vilket är en av våra tydligaste styrkor. I en cirkulär ekonomi skapas inte värde i ett enskilt led, utan i ekosystem där affärsmodellerna gör det möjligt för aktörer samverka, dela data och dela risk genom hela livscykeln. Sverige har en

tradition av samverkan som kan omsättas i integrerade livscykelssystem där produktdesign, produktion, användning och återtillverkning hänger samman. Genom att utnyttja vår samarbetsförmåga kan svenska aktörer inte bara minska resursanvändning och klimatpåverkan, utan också erbjuda mer värde till kunderna. De svenska förutsättningarna gör det möjligt att utveckla avancerade produkter med högt kunskapsinnehåll, särskilt i mindre volymer och nära kundernas behov. Istället för att bara köpa en produkt kan kunderna erbjudas funktion, tillgänglighet och livscykelprestanda. Detta skapar differentiering i en global konkurrens där värde i allt högre grad definieras av hållbarhet, transparens och leveranssäkerhet.

Omställning till en cirkulär ekonomi är en strategisk möjlighet att stärka svensk konkurrenskraft och resiliens. Genom att utveckla system för återbruk, återtillverkning och hållbar produktion kan Sverige ta en ledande roll inom komplex diskret produktion. Tillgång till fossilfri energi och etablerade samverkansstrukturer är viktiga tillgångar för omställning till en cirkulär ekonomi.

För att ställa om samhället mot en cirkulär ekonomi bör cirkularitet inte primärt ses som en miljöfråga, utan som en industri-

ell och systemisk logik för att hantera resursbegränsning och osäkerhet. Studier visar att företag som arbetar cirkulärt kan bli mer konkurrenskraftiga, minska kostnader och bättre stå emot störningar. Samtidigt är världsekonomin fortfarande mest linjär. För avancerad produktion betyder det att cirkularitet behöver byggas in redan från början i hur produkter designas, hur produktionen planeras och hur affärsmodellen ser ut, istället för att läggas till i efterhand.¹⁴

Denna logik kräver samordnad policyutveckling där reglering, incitament och offentliga investeringar drar i samma riktning. För detta behövs långsiktiga spelregler för livscykelansvar, standarder för spårbarhet och datadelning samt ekonomiska incitament som gör återanvändning, reparation och återtillverkning affärsmässigt attraktiva. Vi behöver kunna transportera använda produkter över landsgränser och se dem som värdefulla material och resurser, inte som avfall. Samtidigt behöver infrastrukturen för cirkulära flöden (såsom insamling, sortering och återtillverkningskapacitet) byggas ut. En sådan systeminsats skulle inte bara stärka miljömässig och social

14 World Economic Forum. (2025). *Circular transformation of industries*.

hållbarhet, utan även resiliens genom att minska beroendet av globala och sårbara leveranskedjor (regionala försörjningsnätverk är mer robusta).

Genom att stärka de små och medelstora företagens roll i produktionsindustrins leverantörsnätverk ökar den ekonomiska hållbarheten och hela systemets flexibilitet, samtidigt som den industriella basen breddas och blir mer motståndskraftig mot störningar.

Forskning och utveckling behöver bidra till att utveckla kunskap och metoder för att hantera hela livscyklar. Digitala teknologier (såsom digitala tvillingar, produktpass och datadrivna beslutsstöd) kan utveckla spårbarhet och effektiv hantering av cirkulära flöden. Det behövs också forskning som ger ny kunskap om systemiska utmaningar, till exempel hur värde skapas och fördelas mellan aktörer, hur risk kan delas och hur cirkulära system kan skalas industriellt.

För att utveckla cirkulära och resilienta produktionssystem behöver några strategiska vägval göras. För det första bör standarder och spelregler utformas på ett sätt som stöder cirkulära flöden. För det andra bör förmågan att bygga långsiktigt hållbara och komplexa system prioriteras framför kostnadskon-

kurrens. För det tredje behöver Sverige hitta en balans mellan nationell resiliens och global integration inom produktion (till exempel kan valet stå mellan att använda svenska leverantörer för att stärka inhemsk industri och svensk resiliens, eller att välja utländska leverantörer för att bygga och upprätthålla internationella relationer).

Konkreta handlingspunkter för att stärka svensk resiliens genom omställning till en cirkulär ekonomi:

- **Etablera cirkulära industriekosystem** genom att skapa integrerade försörjningsystem med material-, energi- och dataflöden. Detta handlar inte enbart om nya affärsmöjligheter utan också om att stärka försörjningstryggheten, exempelvis genom minskat beroende av kritiska råvaror och ökad återanvändning och återvinning av strategiska material. Huvudaktör är svensk industri, men även statliga aktörer (regering, myndigheter) och aktörer inom EU behöver engageras.
- **Inför incitament och regelverk som stärker och stimulerar cirkularitet** genom att se över producentansvar, ekonomiska styrmedel och standarder. Huvudansvaret ligger hos den svenska regeringen

och berörda myndigheter. Dessa behöver samarbeta med både standardiseringsorgan och aktörer inom EU. Samtidigt behöver Sverige inom ramen för europeiskt samarbetet verka för regelverk som underlättar samverkan med Storbritannien, Schweiz och Norge, särskilt för att förenkla transport och hantering av material över gränser.

- **Bygg infrastruktur för cirkulära flöden** genom att investera i insamling, sortering och återtillverkning. Staten (regeringen och ansvariga myndigheter) behöver samarbeta med aktörer på lokal nivå (regioner och kommuner) och med industrin.
- **Främja cirkulär design och cirkulära affärsmodeller** genom att designa för hela livscykeln. Materialval och moment som demontering, återbruk och livslängd måste inkluderas i designen redan från början. För detta behövs verktyg som stödjer design för cirkularitet, tillgång till produktdata samt affärsmodeller baserade på funktion, tjänster eller återtag. Huvudaktör är svensk industri, men även statliga aktörer (regering, myndigheter) behöver engageras.

- **Stärk kunskapen om cirkularitet** genom att investera i forskning och utveckling som bidrar till kunskap och metoder för att hantera hela livscyklar. De statliga forsknings- och innovationsfinansiärerna är viktiga aktörer, liksom andra finansiärer såsom stiftelser.
- **Stärk små och medelstora företags roll i cirkulära industriella ekosystem** genom stödstrukturer i form av testbäddar, gemensamma pilotprojekt och standardiserade lösningar för cirkulära affärsmodeller. De statliga innovationsfinansiärerna är centrala, men även andra finansiärer samt aktörer som arbetar med stöd till startups och scaleups.
- **Inför "cirkularitetsklivet"** där svenska företagskonstellationer kan få stöd i sin omställning. Detta bör utformas så att det kan fungera som nationell medfinansiering för att möjliggöra EU-stöd. Cirkularitetsklivet bör samordnas av en nationell myndighet (till exempel Tillväxtverket eller Vinnova) i nära samverkan med andra relevanta myndigheter och statliga aktörer (till exempel Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Almi och Business Sweden) och näringslivsaktörer (till exempel branschorganisationer och enskilda företag).

Tidslinjen för att utveckla ett cirkulärt och resilient produktionssystem kan delas upp i tre faser. På kort sikt (1–3 år) bör fokus ligga på pilotprojekt, införande av incitament och etablering av gemensamma standarder. På medellång sikt (3–7 år) kan systemen och affärsmodellerna skalas upp och implementeras i större skala. Cirkularitetsklivet och cirkulära inköpsprocesser inom statliga myndigheter skulle kunna införas från 2028, givet att förberedande arbete och beslutprocesser inom regeringskansli och myndigheter färdigställs senast 2027.

På längre sikt (7–15 år) bör målet vara att ha fullt utvecklade och integrerade cirkulära livscykelssystem som fungerar effektivt över hela produktlivscykeln. En del i detta är att etablera initiativ för cirkulär produkt- och produktionsutveckling inom industrin, där underleverantörer ingår som aktiva värdeskapande partners och där akademi och institut bidrar med metodstöd.

Förslag: Utveckla industrikuster

För att realisera potentialen i cirkularitet och avancerad produktion behövs starka svenska industrikuster där energi, infrastruktur, kompetens och produktion samverkar. Sverige har

goda förutsättningar genom tillgång till fossilfri energi och etablerade industriregioner, men det behövs också långsiktiga investeringar och tydliga prioriteringar. Samtidigt måste grundläggande förutsättningar som tillståndsprocesser, infrastruktur och kompetensförsörjning fungera effektivt för att attrahera och investeringar inom den svenska industrin (se nedan).

Sverige bör utveckla starka industrikuster inom produktionsområdet, där regionala och lokala styrkor tas tillvara och förstärks. Utgångspunkten är att konkurrenskraft i en cirkulär och resiliert ekonomi inte skapas i enskilda fabriker, utan i sammanhängande industriella system som integrerar produktion, energi, logistik och kompetens. Sådana kluster blir mer robusta och minskar kostnader genom att materialflöden och energi kan cirkulera mellan de ingående aktörerna. I ett kluster kan företag dela på infrastruktur för återvinning, demontering och sortering och använda restströmmar som insats i ny produktion. Ett sådant arbetssätt minskar både transportkostnader och klimatpåverkan.

För att dessa industrikuster ska fungera krävs stabil och långsiktig tillgång till energi till rimligt pris, sammanhängande flöden från råvara till produktion och vidare till återanvändning.

Det behövs också en långsiktig samordning mellan industri, energisystem, infrastruktur och samhälle.

I praktiken är det inte bara teknik, energi och råvaror som avgör omställningen utan också hur organisationer fungerar och samarbetar. Industrikluster bygger på att aktörer delar risker, infrastruktur och ibland investeringar, vilket kräver samarbete över företags- och sektorsgränser. Det handlar till exempel om att en industri levererar restvärme, att ett energibolag distribuerar den via fjärrvärme och att en annan aktör använder värmen i sin produktion. Samtidigt behöver kommunen planera sin



lokala infrastruktur utifrån detta. Sådana lösningar kräver långsiktighet, öppenhet och förtroende mellan parter. Den svenska modellen med stark samverkan mellan industri, akademi och offentlig sektor ger goda förutsättningar att koordinera investeringar, kompetens och innovation.

Etablering av starka industrikluster inom produktionsområdet bör konkretiseras genom att bygga vidare på etablerade industriella regioner med olika profiler och styrkeområden. Västra Götaland kan vidareutvecklas som centrum för avancerad fordonsindustri och cirkulära mobilitetslösningar. Mälardalen kan utvecklas som nod för digitaliserad produktion och systemintegration. Norrlandskusten (exempelvis Sundsvall/Timrå, Skellefteå, Piteå och Luleå/Boden) har förutsättningar att utvecklas till ett ledande kluster för energiintensiv och resursbaserad industri eftersom det finns tillgång till fossilfri energi, råvaror och industriell infrastruktur som gör det möjligt att bygga upp cirkulära industrisystem i stor skala.

Avancerade tillverkningskluster i Kanada är ett exempel på hur dessa principer tillämpas i praktiken. De visar hur företag, universitet och offentliga aktörer kan samverka inom ett geografiskt område. Denna typ av samarbete är viktigt för att bygga

upp långsiktig produktionsförmåga och för att stärka innovation över tid.¹⁵

Inom industriklustren bör det finnas utbildning, forskning och möjlighet till industriell uppskalning. Klustren har särskilt goda förutsättningar att integrera laborativa miljöer i utbildningen.

Genom att koppla samman industrikuster i ett nationellt system kan Sverige skapa en produktionsstruktur som är både distribuerad och integrerad. Integrerade industrikuster kan stärka svensk konkurrenskraft och resiliens genom att kombinera specialisering med flexibilitet. De skulle därmed bidra till innovation, stärka kompetensförsörjning och bygga långsiktig resiliens.

Konkreta handlingspunkter för att utveckla industrikuster:

- **Utveckla svenska industrikuster** genom att ytterligare stärka och utveckla de regioner som redan är etablerade och som har en väl fungerande samverkan mellan olika aktörer. Staten (regeringen och ansvariga myndigheter)

15 OECD (2026). *Next Generation Advanced Manufacturing Cluster (Canada)*. Case study.

behöver samarbeta med aktörer på lokal nivå (regioner och kommuner) och med industrin (särskilt kraft-, logistik- och råvarubranscherna).

- **Utveckla en svensk finansieringsstrategi** för industriklustren som med nationella medel möjliggör och förstärker utnyttjandet av de nya möjligheter EU erbjuder för industrin att ställa om produktionen (genom program som Innovation Fund och STEP kan företag få stöd för ren energi, avancerad produktion och digitalisering). Utvecklingen av en svensk finansieringsstrategi bör ledas av Tillväxtverket eller Vinnova i samarbete med relevanta myndigheter, regioner, kommuner och branschorganisationer.

Tidslinjen för att utveckla industrikluster kan delas upp i tre faser. På kort sikt (1–3 år) bör arbetet fokuseras på planering och på initiala investeringar. Grunden behöver läggas genom att kartlägga och samla befintlig kompetens inom produktionsteknik, utse nationella noder vid utvalda lärosäten och etablera tydliga samverkansformer mellan industri, akademi och institut.

På medellång sikt (3–7 år) bör arbetet övergå till att bygga ut kluster. Fokus bör riktas mot ett begränsat antal regionala kluster där kapacitet och kompetens byggs upp systematiskt.

På längre sikt (7–15 år) bör målet vara ett antal fullt utvecklade och integrerade industrikluster. För att uppnå det behöver strukturen konsolideras och vidareutvecklas genom långsiktig finansiering, kontinuerlig uppdatering av prioriterade teknikområden och stark internationell positionering. De etablerade industriklustren ska då fungera som fullt integrerade system med nära och varaktig koppling till industrins behov.

Förslag: Satsa på forskning inom etablerade produktionstekniker

Sverige behöver säkerställa en långsiktig och samordnad satsning på forskning och utveckling inom etablerade produktionstekniker. För att undvika fragmentering bör utpekade tekniska högskolor ges ett tydligt nationellt ansvar för olika teknikområden.

Förutom forskning behövs kunskapsnav som stödjer industrin genom utbildning, testning och metodutveckling. Genom att kombinera djup teknisk kompetens med nära koppling till industriella behov kan Sverige både bevara och vidareutveckla kritiska produktionsförmågor. En sådan struktur stärker effektivitet

och kvalitet i befintlig industri och bidrar till resiliens genom att säkerställa att nyckelteknologier och kompetenser finns tillgängliga inom landet över tid.

Ett strategiskt vägval är att fokusera på några få utvalda regionala styrkeområden, snarare än på bred spridning över hela landet och alla olika teknikområden. Därtill behövs balans mellan snabb expansion och långsiktig hållbarhet och en diskussion om hur ansvar och resurser ska fördelas mellan nationell och regional nivå.

Konkreta handlingspunkter för att satsa på forskning inom etablerade produktionstekniker:

- **Säkra en svensk teknisk kompetensbas** genom att se till att det finns bas inom produktionsområdet. Ett antal teknikområden behöver finnas vid ett eller flera svenska lärosäten. Sådana områden är till exempel additiv tillverkning, automation, effektiva logistiksystem, gjutning, mjukvara, plåtformning, produkt- respektive produktionsledning samt integrerad produkt- och produktionsutveckling, skärande bearbetning, svetsning och lödning, verktygstillverkning samt ytbehandling (områden i bokstavsordning, inte prioriterade).

- **Förstärk forskningen inom ett antal teknikområden i framtiden.** Exempel på områden som behöver stärkas är AI och digitalisering, cirkulära processer, flexibla tillverkningsystem, forskning om hur kortare produktlivscykler kan hanteras inom industrin, förståelse för nya komplexa material, logistik samt prediktivt underhåll. Därtill behövs satsningar inom akademien på nya teknologiers tillämpningar inom produktion.

För båda handlingspunkterna gäller att de lärosäten som bedriver ingenjörsutbildning har en central roll i genomförandet i samverkan med industrin. Vissa lärosäten kan utses till nationella noder för specifika teknikområden, utan att alla lärosäten behöver täcka allt.

På kort sikt bör fokus ligga på att säkra och strukturera forskningsbasen inom etablerade produktionstekniker. Det innebär att kartlägga befintlig forskning, prioritera ett antal teknikområden och utse tekniska högskolor till nationella noder med tydligt ansvar. Parallellt bör befintliga forskningssatsningar (såsom strategiska forskningsområden inom produktionsområdet) samordnas och anpassas mot en gemensam nationell inriktning, i nära samverkan med industrin.

På medellång sikt bör forskningen förstärkas inom de utvalda teknikområdena genom riktade satsningar och ökad finansiering. De nationella noderna bör utvecklas vidare med tydliga uppdrag och starkare koppling till industriella behov, samtidigt som samverkan mellan lärosäten, institut och företag fördjupas. Forskningen bör koncentreras till ett begränsat antal starka miljöer för att undvika fragmentering och bygga kritisk massa.

På lång sikt bör en stabil och långsiktigt finansierad forskningsstruktur vara etablerad, med internationellt konkurrenskraftiga miljöer inom utvalda produktionstekniker. Forskningen är då tydligt integrerad med industriella behov och utvecklas kontinuerligt i takt med tekniska och marknadsmässiga förändringar, vilket säkerställer att Sverige behåller och vidareutvecklar sin kompetens och innovationsförmåga inom området.

Förslag: Förbättra grundläggande villkor för etablering och drift

En höjd basnivå för svensk industriell konkurrenskraft kräver strukturella förbättringar i grundläggande förutsättningar för etablering och drift av svensk produktionsindustri. Det behövs

snabbare och mer förutsägbara tillståndsprocesser, där ledtider kortas utan att rättssäkerhet eller miljökrav komprometteras. Dessutom behövs utbyggd energiproduktion. För detta behövs stabila spelregler och tydliga incitament, så att tillgången till konkurrenskraftig och fossilfri energi kan möta industrins växande behov. Parallellt krävs strategiska investeringar i logistik och samhällsbärande funktioner på lokal och regional nivå för att säkerställa att industriella satsningar kan realiseras i praktiken.

Konkreta handlingspunkter för att förbättra grundläggande villkor för etablering och drift:

- **Investera i samhällsinfrastruktur** genom att se till att det finns väl fungerande transportsystem, bostäder och service vid de orter där industrin finns och där utbildningen av nuvarande och framtida medarbetare inom svensk industrin bedrivs. Staten (regering och ansvariga myndigheter) behöver samarbeta med aktörer på lokal nivå (regioner och kommuner).
- **Säkerställ energiförsörjningen** genom att bygga ut svensk produktion och distribution av fossilfri och konkurrenskraftig energi. Vid sidan om aktörer specifikt

inom energiområdet behöver staten (regeringen och ansvariga myndigheter) samarbeta med aktörer på lokal nivå (regioner och kommuner) och med industrin.

- **Förbättra tillståndsprocesserna** genom att se till att handläggningstiderna blir kortare och att processerna blir mer förutsägbara. Ansvaret för detta vilar på staten (regeringen och ansvariga myndigheter).

På kort sikt (1–3 år) bör fokus ligga på att snabbt förbättra genomförande, samordning och effektivitet inom befintliga system. Detta kan göras genom bättre samordning av transport-system, bostäder och service i industri- och utbildningsnära områden, bättre planering och snabbare anslutningar inom energiförsörjningen samt genom att påbörja förenkling av tillståndsprocesser för kortare och mer förutsägbara ledtider. På medellång sikt (3–7 år) bör arbetet inriktas på uppskalning, investeringar och strukturella förbättringar.

På längre sikt fram till 2035 handlar det om att få till stånd fullt integrerade system där infrastruktur, energiförsörjning och tillståndsprocesser är robusta, snabba och konkurrenskraftiga och stödjer långsiktig industriell etablering och tillväxt.

Rekommendationer

Arbetsgruppen har tre rekommendationer om vad Sverige bör satsa på för att skapa svensk konkurrensförmåga, uppnå hållbarhet samt bidra till svensk och global säkerhet.

Rekommendationerna baseras på en nulägesanalys av Sveriges position inom produktionsområdet, internationella utvecklingstrender samt en genomgång av nyckelfrågor som identifierar hinder och möjligheter för Sveriges fortsatta utveckling. De sammanfattar de förslag och handlingspunkter som redovisas mer utförligt ovan.

1. Se till att Sverige blir bättre på att omsätta forskning till industriell tillämpning. För att uppnå det behövs förstärkning av kompetens och testmiljöer för industrialisering samt satsningar på forskning inom etablerade produktionstekniker.
2. Stärk svensk resiliens genom omställning till en cirkulär ekonomi. För att uppnå det behöver affärsmodeller, reglering och incitament inom produktionsindustrin förändras.

3. Öka den svenska innovationsförmågan genom att etablera ett antal industrikluster och förbättra de grundläggande villkor för etablering och drift av produktionsindustri i hela landet.

Appendix



Referenser

Barresi, B. (2024). *Exponential Thinking Social Entrepreneurship*. Medium. Dec 3, 2024.

Bergh, A. och medförfattare (2025). *A study of job polarization in Sweden from an urban-rural perspective*. Journal for Labour Market Research, 59(10).

Deloitte. (2024). *2024 manufacturing industry outlook*.

Ernst, Dieter. (2006). *Innovation offshoring: Asia's emerging role in global innovation networks*. East-West Center Special Reports. 10.

Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). *Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies*. International Journal of Production Economics, 210, 15–26.

Haller, J. och medförfattare. *Industry 4.0 advancements in discrete production ramp-ups: a systematic literature review*. J Intell Manuf (2025).

International Federation of Robotics (2025). *Robot density in the manufacturing industry*.

IVA (2025). *Sveriges position inom strategiskt viktiga tekniker. Investeringsprioriteringar, styrkor och utmaningar.*

Jonsson, P., Mattsson, S.-A. (2009). *Manufacturing planning and control: Approaches, context and performance.* London: McGraw-Hill.

Jonsson, P., Mattsson, S.-A. (2016). *Logistik. Läran om effektiva materialflöden* (3 uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Naughton, B. (2007). *The Chinese economy: Transitions and growth.* MIT Press.

OECD (2018). *OECD regions and cities at a glance 2018.* OECD Publishing.

OECD (2026). *Next Generation Advanced Manufacturing Cluster (Canada).* Case study.

Regeringskansliet (2025). *Sveriges industristrategi: för en teknikledande och konkurrenskraftig industri i en ny omvärld.* 12 juni 2025.

Sillitto, H och medförfattare (2019). *Systems Engineering and System Definitions.* Version: 1.0. Issued on 8 January 2019. International Council on Systems Engineering (INCOSE).

Statistiska centralbyrån (SCB). *Arbetskraftsundersökningarna (AKU), yrkesregister.*

Teknikföretagen. (2020). *Svensk produktionsforskning 2020 – Strategi och inriktning.* Göteborg: Svensk Produktionsakademi.

The State Council of the People's Republic of China. (2021). *Outline of the 14th Five-Year Plan (2021–2025) for national economic and social development and long-range objectives for 2035.*

Trattner, Alexandria & Hvam, Lars & Forza, Cipriano & Hansen, Zaza. (2019). *Product complexity and operational performance: A systematic literature review.* CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 25.

Williamson, Peter & Yin, Eden. (2014). *Accelerated Innovation: The New Challenge From China.* MIT Sloan Management Review. 55. 27–34.

Universitetskanslersämbetet. *Jämställdhet i statistiken.* Uppgifter hämtade 28 mars, 2026.

World Economic Forum. (2025). *Circular transformation of industries.*

World Economic Forum. (2015). *The future of manufacturing: Driving capabilities, enabling investments*.

Zhao, X., Flynn, B. B., & Roth, A. V. (2006). *Decision sciences research in China: A critical review and research agenda*.

Decision Sciences, 37(4), 451–496.

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges konkurrenskraft.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2026
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Telefon: 08-791 29 00

IVA-R 531

ISSN: 1100-5645

ISBN: 978-91-89181-77-9

Författare: Arbetsgruppen i samverkan med Charlotte Hall

Redaktör: Charlotte Hall

Projektledning: Lisa Thelin, IVA

Grafisk form: Pelle Isaksson, IVA

Denna rapport finns att ladda ned på www.iva.se.

IVAs visionsprojekt **Svenska framtider** ska resultera i en väl förankrad och tydlig vision för Sverige som ledande teknik- och innovationsland år 2035 – med fokus på konkurrenskraft, hållbarhet och säkerhet.



**Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien**