



# LEAN AUTOMATIONSUTVECKLING

## HANDBOK



© Författarna 2016

Anna Granolund  
Magnus Wiktorsson  
Niklas Friedler  
Sten Grahn

Upplaga 1:1  
Layout av Moa Önell  
Illustrationer av Lova Delfin  
Tryckt av Arkitektkopia Västerås

# Innehåll

<b>4</b>	Sammanfattning
<b>5</b>	Förord
<b>6</b>	Utmaningar vid automationsutveckling
<b>8</b>	Principer för lean automationsutveckling
<b>12</b>	Automationsstrategi och dess sammanhang
<b>14</b>	<b>DEL 1</b> - Ekonomi
<b>18</b>	<b>DEL 2</b> - Organisation
<b>22</b>	<b>DEL 3</b> - Process
<b>28</b>	<b>DEL 4</b> - Teknik
<b>34</b>	Att bygga upp och förbättra sin automationsstrategi
<b>36</b>	Bibliografi
<b>37</b>	LEAD projektteam

# Sammanfattning

Trender mot mer automatiserad produktion och allt snabbare förändringstakt av produktionssystem ställer krav på snabba, effektiva och verksamhetsanpassade utvecklingsprocesser av automationslösningar. Denna handbok beskriver centrala delar i en automationsstrategi, som stöd för utveckling av automationslösningar till produktionssystem. Den är relevant för alla typer av tillverkande verksamheter och leverantörer som vill effektivisera anskaffandet och införandet av ny automationsteknik. Handboken beskriver en automationsstrategi uppdelad i fyra huvudområden:

**Del 1** – Ekonomi

**Del 2** – Organisation

**Del 3** – Process

**Del 4** – Teknik

Stort fokus ligger på att engagera olika kompetenser och aktörer, liksom att betrakta automationsstrategin som en del av en helhet tillsammans med övriga delar i och utanför verksamheten. Automationsstrategin lyfter vilka faktorer inom de olika huvudområdena som påverkar vid utveckling av automationslösningar. Den gör det möjligt att analysera vilken affärsmodell som passar verksamhetens förutsättningar bäst och vilka organisatoriska strukturer som är viktiga för verksamhetens automationskompetens. Den innehåller också en stegmall för effektiv anskaffning av automationsutrustning och tre viktiga kategorier av teknik som kan stötta utvecklingsprocessen.

Handboken har tagits fram i projektet lean automationsutveckling, eller LEAD, som har finansierats av Vinnovas program FFI Hållbar produktion under 2013-2015. Grundidén var att underlätta både planering, utveckling och anskaffning av automationslösningar genom att förse de utvecklingsprocesser som idag är etablerade med verktyg från lean produktutveckling. På så vis säkerställs att verksamheter kan dra nytta av ny automationsteknik med så effektivt utnyttjande av resurser, hög hållbarhet och hög lönsamhet som möjligt.

# Förord

Teknikutvecklingen är snabb inom digitalisering, automatisering och robotisering. Framtidens produktion kommer att vara betydligt mer automatiserad än dagens, både avseende teknik och informationshantering. Samtidigt ökar förändringstakten av produktionssystem, vilket gör att effektiva utvecklingsprocesser behövs för att hela tiden ha högsta möjliga resursutnyttjande och lönsamhet.

Mot denna bakgrund har LEAD-projektet fokuserat på just effektiva utvecklingsprocesser av automationslösningar för tillverkande industri. Vi har tagit vår utgångspunkt i strukturen bakom *lean product development (LPD)* och relaterat den till de utvecklingsprocesser som finns etablerade idag. LEAD-projektet har pågått under 2013-2015 med finansiering från Vinnovas program FFI Hållbar produktion. Det har engagerat 12 industriella och akademiska parter med intresse av automation och utveckling av produktionssystem.

Vi hoppas att denna handbok ska inspirera ett brett spektrum av verksamheter till effektivare utveckling av automationslösningar. Vi vill visa tillvägagångssätt för att komma fram till mer lämpliga automationslösningar som skapar stora värden för verksamheten, men även hur själva utvecklingsprocessen i sig kan bli mer dynamisk och resurseffektiv. Förhoppningsvis kan handboken inspirera både det lilla och stora företaget – oavsett om det har kommit långt eller är tidigt i sin automationsutveckling. Handboken riktar sig till både teknikern, chefen, leverantören och upphandlaren av automation. Den berör områden som vi i LEAD-projektet har uppmärksammat som viktiga, men varje läsare får överföra handboken till sin verklighet.

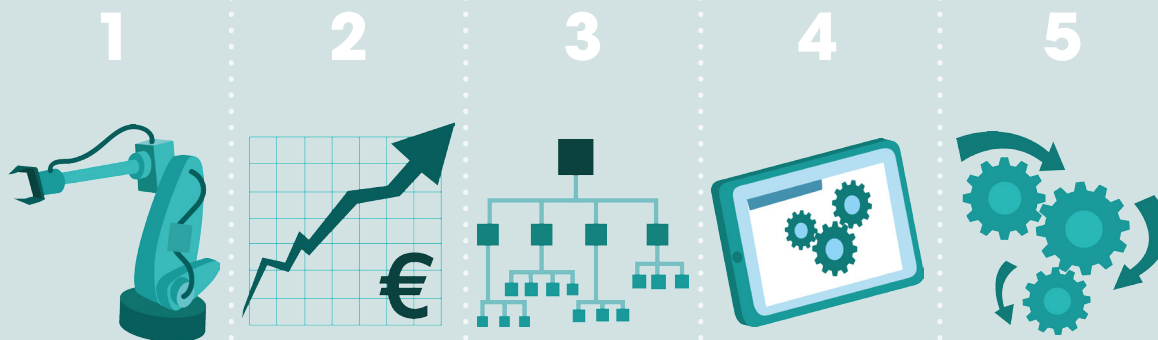
Vi är övertygade om att ökad automation även i fortsättningen utgör framtiden för svensk industri – en automation som bygger på teknikens och människans styrkor, och skapar långsiktiga värden för konkurrenskraft och hållbarhet.

Magnus Wiktorsson  
Professor i produktionssystem  
Mälardalens högskola  
Eskilstuna 2015

# Utmaningar vid automationsutveckling

Utvecklingen av automationslösningar är en komplex övning och det finns ett stort antal tänkbara lösningar. Den valda lösningen ska vara kostnadseffektiv och värdeskapande i ett större industriellt sammanhang, men också över en längre tid, innefattande alltmer frekventa produktionsomställningar och snabb teknisk utveckling.

Vi ser framför oss en situation med alltmer automatiserad produktion där även informationshantering och beslutsfattande tas med i beräkningen. För att uppnå detta måste det övergripande värdet av en automatisering definieras och utvecklingsprocessen måste engagera en rad intressenter, aktörer och kompetenser. Handboken utgår från fem huvudsakliga utmaningsområden som är viktiga att ta hänsyn till för att på ett framgångsrikt sätt skapa konkurrenskraftiga automationslösningar i tillverkande verksamheter.



“Few top managers are aware that what appear to be routine manufacturing decisions frequently come to limit the corporation’s strategic options, binding it with facilities, equipment, personnel, and basic controls and policies to a non-competitive posture which may take years to turn around.”

Wickham Skinner



### Automationens roll i det industriella systemet

I valet av lösningar är automationsstrategin ofta oklar och styrd av tillfälle, person eller möjlighet. Tidigare investeringar och val sätter stora begränsningar och det krävs uthållighet för att genomföra strukturella förändringar. En utmaning är att se automationsstrategin som en del av en enhet tillsammans med bland annat produktutveckling, logistik, marknad, lednings- och informationssystem.



### Ekonomi och önskat värde

Ett automationsprojekt startas ofta vid ett uttalat behov, som till exempel otillräcklig befintlig lösning, införande av nya produkter och teknologier, ändrat kapacitetsbehov, behov av förbättrad arbetsmiljö eller höjda kvalitetskrav. Det yttersta kravet är att automationslösningen är ekonomiskt lönsam, både ur ett kort och långt perspektiv. En utmaning är att definiera värdet av automation även i ett bredare perspektiv, samordna med andra värdeskapande produktionsprocesser och se automationens påverkan på intäkter. Vi har medvetet undvikit användning av ordet investeringsprojekt, då tjänster och utrustning inte nödvändigtvis måste köpas in. Vi ser nya möjliga lösningar för affärsmodeller, med mindre fokus på teknologi och större fokus på definition och inhämtning av möjliga produktionsvärden.



### Organisation

För att skapa konkurrenskraftiga automationslösningar måste utvecklingen bygga på stark automationskompetens hos olika funktioner. Automation berör flera aktörer med olika intressen. Till exempel är produktens utformning av central betydelse för en framgångsrik automationslösning, likväl som god kommunikation mellan leverantör, integratör, operatör, tekniker, underhållspersonal, ledning och kund. Utmaningen är att säkra en stark kompetensbas inom automation, med god ansvarsfördelning mellan aktörerna där deras olika intressen verkar i samma riktning som automationsstrategin.



### Teknik och spårbarhet

Snabb utveckling av produktionsteknik, digitalisering och automation, ökande krav på integrerade, långlivade system samt spårbarhet i produktionen innebär också utmanande krav på tekniklösningar. Även teknik som stöttar utvecklingen av automation utvecklas snabbt. System för att verifiera automationslösningar, effektivisera utvecklingsprojekt och hantera information måste knytas samman.



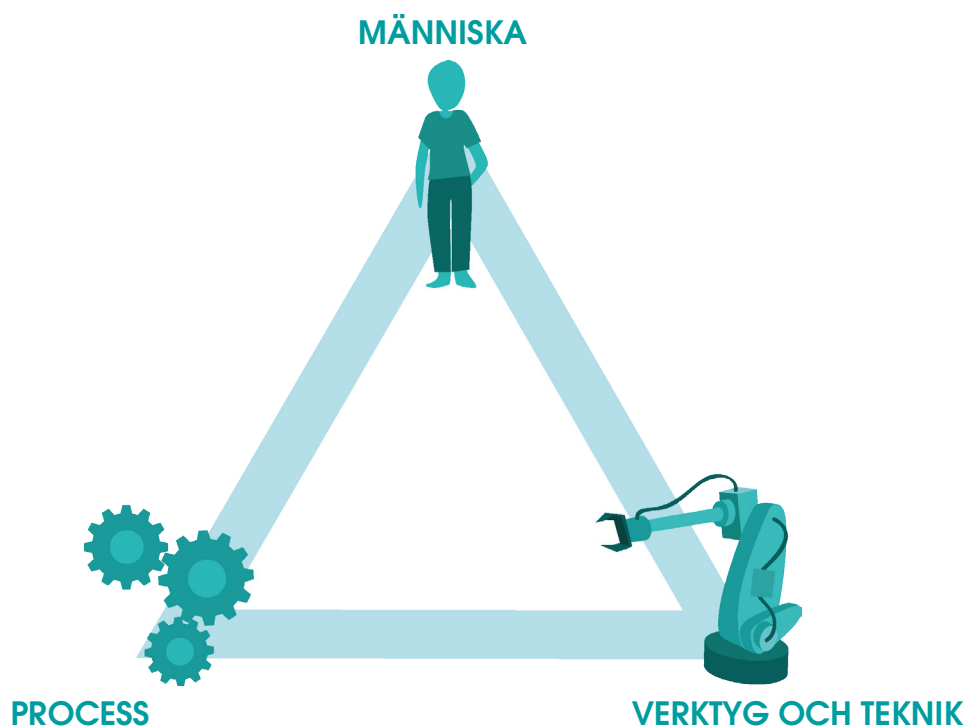
### Utvecklingsprocess

Industriell systemutveckling går genom faser som till exempel kravställning, lösningsförslag, utvärdering, anskaffning, systemintegration, validering och driftsättning. Verksamheter följer etablerade utvecklingsprocesser som ofta är stage-gate-baserade, men vi ser också utmanande synsätt inom till exempel *lean product development* och agila utvecklingsmetoder – även utvecklingsprocesser utvecklas. Utmaningen är att säkerställa utvecklingsprocesser som är effektiva och anpassade till den egna verksamheten, men ändå beprövade, som utnyttjar ny teknik och skapar kontinuitet.

# Principer för lean automationsutveckling

I detta avsnitt presenteras 13 LEAD-principer för automationsutveckling. Idén bakom LEAD-projektet var att hämta inspiration ifrån *lean product development (LPD)* som bygger på Toyotas produktutvecklingsprocess. Inom LPD härleds Toyotas framgång till 13 principer som här har överförts till ett automationsutvecklingssammanhang.

LEAD-principerna är fördelade över de tre delsystemen **process**, **människa** samt **verktyg och teknik**. De utgör tillsammans en helhet och ska inte ses som fristående från varandra eller omvärlden. Genom att följa LEAD-principerna ökar möjligheten att åstadkomma en resurseffektiv, hållbar utveckling och även användning av automation. Principerna gäller för hela automationsutvecklingen, oavsett hur rollfördelningen och affärsmodellen mellan leverantör, utvecklare, kund och användare ser ut. I kommande avsnitt ger hänvisningar till principerna exempel på hur utvecklingsarbetet kan påverkas.



## PROCESS

- 1 Fastställ kunddefinierat värde för att separera värdeskapande från slöseri**  
Identifiera kunder: slutkund, intern kund, användare, intressent eller mottagare av automationslösningen. Kartlägg och bygg förståelse för kundernas behov. Utred behov, mål och förutsättningar och definiera önskat värde av automationsåtgärder utifrån ett brett kundperspektiv.
- 2 Fokusera de tidiga faserna av automationsutvecklingen för att utreda alternativa lösningar**  
Se över och förbättra processer för automationsutveckling, bygg processerna på att *utreda alternativ*. Bestäm de delar av design och lösning som ska fastställas i tidigt skede och maximera löpande antalet valmöjligheter, det så kallade designutrymmet. Fastställ tydliga processer för tidiga faser, som till exempel kravställning, för att isolera variationer samt uppnå hög systemintegration och gemensam arkitektur.
- 3 Skapa en jämn och effektiv automationsutvecklingsprocess**  
Fastställ en tydlig arbetsprocess med anpassat aktivitetsantal och milstolpar, undvik omfattande icke värdeskapande processer som bygger på generella modeller. Kartlägg processen för att identifiera källor till slöseri och undvik att gå vidare i processen innan eventuella problem är lösta. Planera en jämn arbetsbelastning över processen, undvik överbelastning av nyckelindivider samt fördela, schemalägg och synkronisera ansvar och aktiviteter över parter, funktioner och individer.
- 4 Standardisera för att reducera variationer, skapa flexibilitet och stabila resultat**  
Utgå från den affärsmodell för automation som är vald, och standardisera inom tre delområden: *design* (automationslösningarnas komponenter, plattformar, system), *process* (utvecklingsprocessens aktiviteter, ansvar, instruktioner, riktlinjer) och *kompetens* (utveckling, bevarande och spridning av kompetens, kunskap om automationsprocessen och automationslösningar).

## MÄNNISKA

- 5 **Utveckla ett system för ledning av processen från början till slut**  
Dela inte upp automationsprocessen med olika ansvariga i olika faser. Skapa istället system och ansvar som bygger på helhetssyn och som företräder kund, kundbehov, integration och beslutsfattande under hela processen.
- 6 **Organisera för att balansera funktionell expertis och säkra tvärfunktionell integration**  
Skapa samsyn i hela organisationen genom en väl förankrad automationsstrategi. Identifiera och säkra upp kunskap, kompetens och resurser för automationsutveckling genom utbildning, rekrytering eller externa aktörer. Balansera, fördela och tydliggör ansvar mellan egna och externa resurser, baserat på den bestämda affärsmodellen. Särskilt viktigt är att säkra beställarkompetens för automation. Förhindra inte möjligheten att själva skapa automationslösningar.
- 7 **Utveckla kompetens hos anställda**  
Säkerställ kompetens för att utföra automationsutvecklingen: anställ, utveckla och behåll kompetent personal. Utveckla system för att säkra upp kunskap och erfarenheter inom organisationen och sprid dessa internt för att bygga upp ett robust system mindre beroende av individer. Bygg kompetens på delaktighet och på att gå ut i verksamheten för att förstå automationssystemen i drift.
- 8 **Integrera leverantörer i automationsprocessen, speciellt för komplexa system**  
Välj och involvera leverantörer redan tidigt i utvecklingen. Låt leverantören få en helhetsförståelse och vara delaktig i organisationen för att skapa systemförståelse. Ta fram tydliga processer för att välja leverantör och var öppen med utvärderingskriterier. Utse olika nivåer av leverantörer och bygg upp relationer med valda leverantörer.
- 9 **Integrera lärande och ständiga förbättringar**  
Etablera rutiner för utvärdering, lärdomar av och kunskapsspridning i automationsprocessen. Uppdatera ständigt standarder, styrdokument, rutiner och riktlinjer som gäller för såväl utvecklingsprocessen som för automationslösningar i sig.
- 10 **Bygg en kultur som stödjer excellens och ständig förbättring**  
Ta fram och kommunicera explicita och tydliga värden och byggstenar. Förklara och kommunicera öppet automationsstrategin och hur den skapar värde. Värdesätt efterlevnad av värden, strategier, processer och strukturer. Ledare måste också genom sina beslut föregå med gott exempel i efterlevandet av automationsstrategin.

## VERKTYG OCH TEKNIK

### 11 Anpassa tekniken efter din organisation och dina processer

Sträva efter sömlös integration av teknik, där tekniken stödjer istället för driver utvecklingsprocesserna och stödjer istället för ersätter människorna. Eftersträva rätt typ och nivå av utvecklingsstödjande teknik för aktuellt behov och förutsättning – kopiera inte tekniklösningar från andra sammanhang. Låt utvecklingsprocesserna styra valet av teknikstöd, istället för att vara teknikdrivna.

### 12 Organisera utvecklingen genom enkel och visuell kommunikation

Bryt ner och kommunicera övergripande automationsmål och -processer till meningsfulla mål och aktiviteter på arbets- och funktionsnivå. Se till att mål och ansvar är tydliga och förmedlade. Visualisera automationsutvecklingsprocessen, både plan och utfall. Använd enkla visuella hjälpmedel (exempelvis A3:or) och undvik kommunikations- och informationsöverbelastning.

### 13 Använd kraftfulla verktyg för standardisering och organisatoriskt lärande

Se till att det finns standarder och rutiner för alla steg i utvecklingsprocessen samt att de efterlevs, kontinuerligt uppdateras och hålls aktuella. Skapa en tät samverkan mellan produkt- och automationsutveckling och skapa en kultur för lärande i, och av, processerna. Utveckla lättanvända system och databaser för att dokumentera och återanvända kunskap.

# Automationsstrategi och dess sammanhang

En automationsstrategi utgör grunden för en utvecklingsprocess av automationslösningar. Den fastställer hur verksamheten vill arbeta med att utveckla och använda automation. Automationsstrategins utformning påverkas av verksamhetens förutsättningar i form av produkter, kompetenser, strukturer och övriga strategier, likväl som av kundens krav och behov samt leverantörssituationen.

Automationsstrategin utgår från produktionsstrategin, som i sin tur är ett verktyg för att uppfylla verksamhetens mission, vision och mål. I formuleringen av en automationsstrategi identifieras lämpligen relevanta krav, mål, förutsättningar, strategier och styrdokument att förhålla sig till (se förteckning nedan). Gå igenom dessa och identifiera aspekter som kan påverka förutsättningar och behov vid utveckling, införande och användning av automation.

## Relaterade styrdokument och strategier

- Verksamhetens mission och vision
- Global strategi
- Verksamhetsstrategi, -plan och -mål
- Produktions- och tillverkningsstrategi
- Produktionsmål
- IT-strategi
- HR-strategi
- R&D- och produktstrategi
- Inköpsstrategi
- Underhållsstrategi

## Interna faktorer

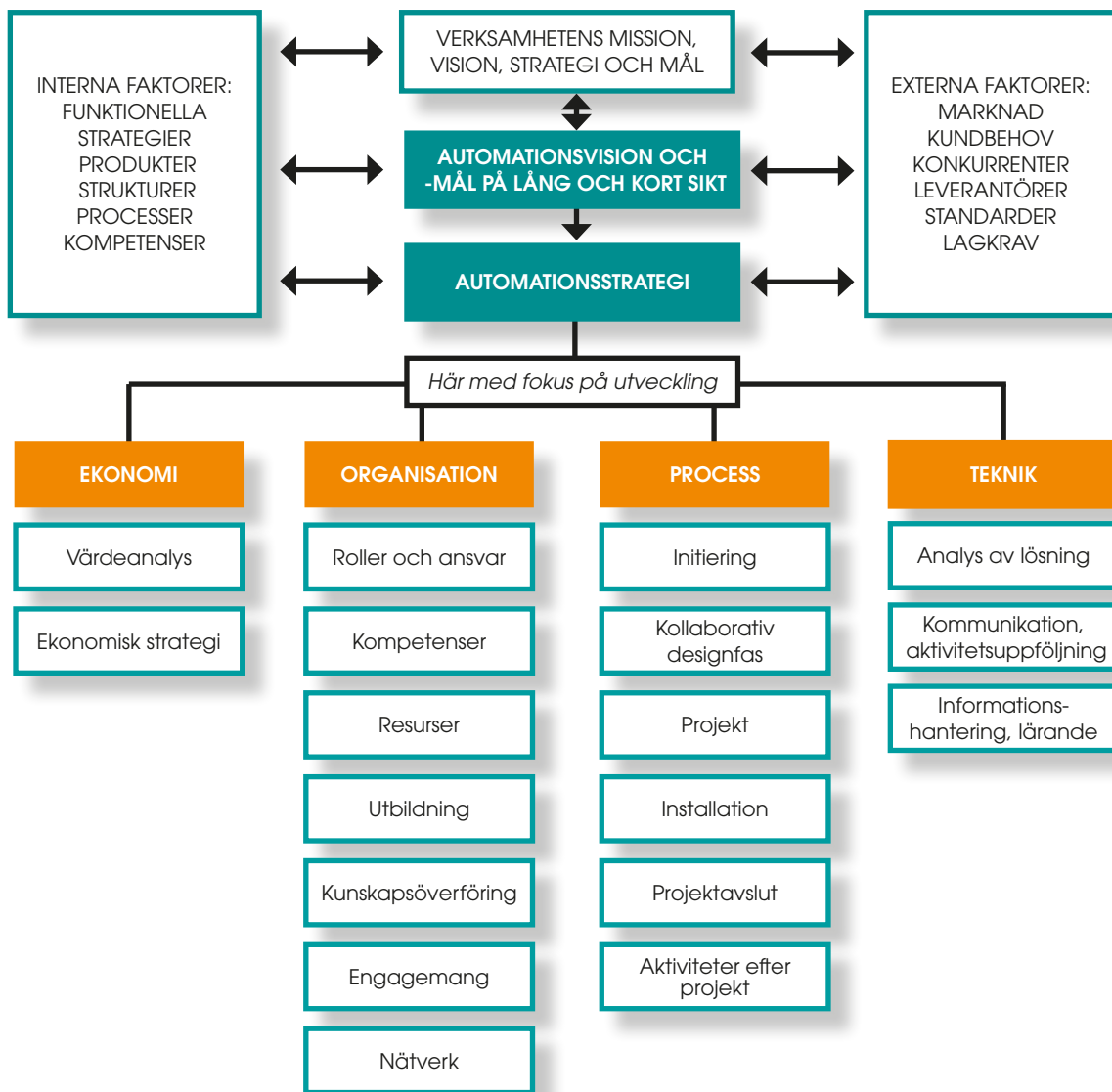
- Verksamhetens produkter och utveckling
- Projekt
- Systemstruktur
- Interna processer
- Organisation och kompetens

## Externa faktorer

- Marknads- och konkurrenssituation
- Kundkrav
- Lagar och regler
- Externa standarder
- Leverantörssituation

Det är viktigt att formulera en övergripande automationsvision, bryta ner den i konkreta delmål och ange en tidsram för när dessa ska vara uppnådda. Sätt gärna delmål på kort sikt liksom mer omfattande mål på lång sikt.

Automationsvisionen och -målen kommer sedan ge vägledning för innehållet i automationsstrategin som vi ser indelad i fyra kategorier: ekonomi, organisation, process och teknik (se figur s. 13). Dessa kategorier behandlas i varsitt av de följande avsnitten, där vi i denna handbok detaljerar dessa kategorier utifrån ett utvecklingsperspektiv. Där beskrivs hur verksamheten bör arbeta för att uppnå automationsvisionen och uppfylla automationsmålen. I en komplett automationsstrategi bör de fyra kategorierna även beskrivas utifrån ett driftsperspektiv, exempelvis vilka automationstekniklösningar som är att föredra, hur organisationen kring operativ drift ska se ut samt hur förbättringsarbete och ekonomisk uppföljning ska gå till.



# Del 1 Ekonomi

Detta avsnitt beskriver aspekter rörande värdet av automation och hur företag kan välja den affärsmodell för automatisering som är bäst lämpad för den egna verksamheten. Hårdare konkurrens gör ekonomisk effektivitet allt viktigare för dagens företag – både automationsutvecklingen och själva automatiseringslösningen måste vara maximalt kostnadseffektiva. Den snabbt ökande tekniska utvecklingen innebär både utmaningar och möjligheter för utveckling av kostnadseffektiv automation.

## Utmaningar

Det är svårare att genomföra automationsprojekt som är ekonomiskt optimerade efter verksamhetens förutsättningar om automation betraktas som en engångsåtgärd. Hur väl ett enskilt automationsprojekt än genomförs, kan konkurrenterna en kort tid senare installera än mer kostnadseffektiva automationslösningar eftersom tekniken då har utvecklats längre. På grund av detta är det viktigt att se automation som ett arbetssätt snarare än enbart en investeringsåtgärd.

## Möjligheter

Vi ser idag omfattande tekniska utvecklingar som förenklar informationsanalys. Inom flera områden finns tekniska lösningar som gör det lättare att optimera tekniska system. Detta skapar större möjligheter till alternativa affärsmodeller för automatisering och kan, i förlängning, kanske även möjliggöra automatisering av själva automationsprocessen.

## Affärsmodell

Dessa utmaningar och möjligheter skapar ett brett spektrum av möjliga affärsmodeller när ett företag ska automatisera. Bör verksamheten välja en affärsmodell där den själv utför majoriteten av automationsarbetet, en affärsmodell där automationstjänster köps in från aktörer som utför dem på ett konkurrenskraftigt sätt, eller en affärsmodell där man enbart betalar för det produktionsvärde automationen i praktiken levererar? Ett sätt att illustrera detta spektrum av affärsmodeller är i form av en skala med två extremlägen (se figur s. 15).

### Köp av värde

I det vänstra "externa" extremläget specificerar verksamheten enbart det önskade värdet från automationen. Detta värde kan utgöras av förbättringar i produktionen, till exempel en procentuell minskning av monterings-, omställnings- eller takttid, förbättrad ergonomi, ökad informationskvalitet eller ökad produktkvalitet. Värdet från en automationsåtgärd kan även bestå i att kunna upprätthålla produktionen när nya produkter ska produceras eller när existerande produktionsutrustning har blivit utsliten. Efter specifikation köper verksamheten sedan in enheter av valda värden, som till exempel 20 % sänkt takttid, där de aktiviteter som krävs för att mäta och leverera värdet utförs av externa aktörer.

### Köp av utrustning

I det högra "interna" extremläget specificerar verksamheten också det önskade produktionsvärdet från automationen. Men samtliga aktiviteter som krävs för att bygga upp, leverera och mäta värdet, som till exempel val av alternativa teknik- och automationslösningar, inköp, idrifttagning, systemoptimeringar, teknik för att verifiera och mäta värde, utbildning av operatörer, underhåll samt tekniska uppdateringar utförs istället av den egna verksamheten.



Mellan dessa extremlägen kan verksamheten välja många tänkbara affärsmodeller. Affärsmodellen kan vara mer eller mindre extern eller intern, där olika andelar värde, utrustning och tjänster köps in.

För att genomföra ekonomiskt optimerad automation behöver verksamheten ha möjlighet att kontinuerligt uppdatera sin produktion med ny och mer kostnadseffektiv teknik, fastställa en rollfördelning där kompetenser tas tillvara på bästa möjliga sätt samt maximera det ekonomiska effektiviseringsincitamentet. För att åstadkomma detta och fastställa den bäst lämpade affärsmodellen på skalan mellan extremlägena "extern" och "intern", rekommenderas följande steg:

**Skapa** konsensus kring vad som utgör önskat värde för verksamheten och över vilken tid automations-systemet ska leverera det värdet. Koppla detta till företagets specifika situation rörande krav på förändring och förnyelse, med de externa och interna faktorerna i automationsstrategin (se figur s. 13) som styrande. I en verksamhet med frekventa omställningar kan besparingar i till exempel minskad monterings-tid ha mindre koppling till faktiskt värde, i jämförelse med kostnader för till exempel produktions-omställningar.

**Analysera** den optimala resursinsatsen för mätning av faktiskt levererat produktionsvärde från automation. Trots utveckling av tekniska hjälpmedel krävs ofta relativt stora resurser för att specificera önskat värde och sedan mäta faktiskt levererat värde. Verksamheter måste därför analysera hur stort det ekonomiska utbytet kan bli av olika stora resursinsatser, där satsning av nästan inga resurser alls kan vara ett alternativ.

Att satsa mycket små resurser på analys av optimal resursinsats och istället låta tidigare erfarenheter ligga till grund för beslut om automationsåtgärder är ett inte helt ovanligt arbetssätt. I sådana fall används sista raden i årsbokslutet som måttetal på faktiskt levererat värde. Denna metod har fördelen att den är enkel, men innebär däremot litet utrymme för optimering av automationsprocessen.

- Finns det konsensus kring hur automation kan ge värde i produktionen, men låg precision på konkreta måttetal för värdet, måste en traditionell affärsmodell med automationsinvesteringar användas. Ekonomiskt effektiv automation innebär då att investeringsprocessen genomförs så kostnadseffektivt som möjligt (se avsnitt "Process", s. 22).
- Med hög precision på konkreta måttetal för värdet finns istället möjlighet att välja bland ett flertal affärsmodeller. Hög precision kräver större resurser men gör det lättare att optimera val av affärsmodell, rollfördelning, genomförande och drift, vilket kan innebära en mer ekonomiskt optimerad automation.

*"Den enda kvarstående konkurrensfördelen är förmågan  
att förbättra sin verksamhet snabbare än konkurrenterna"*  
Arie de Geus

**Beräkna** de ekonomiska fördelarna av olika levererade produktionsvärden. Precisa måttetal för och ekonomisk insikt i värden är en förutsättning för den externa affärsmodellen eftersom det enbart är möjligt att betala per enhet av värden som kan mätas. Vad är till exempel den ekonomiska innebörden av en minskning i takttid på 20 %, i jämförelse med en minskning på 30 %?

Insikt i produktionsvärdet är lika viktigt när den interna affärsmodellen används. Det är dock inte nödvändigt att mäta levererat produktionsvärde från en investering eftersom leverantören ersätts för automationsutrustningen, inte för det faktiska produktionsvärdet av automationen.

**Identifiera** vilket värde verksamheten kan erbjuda leverantören av automationssystemet. Hur kan till exempel användarinformation och maskininformation öka leverantörens förmåga att leverera produktionsvärde? Information kring verksamheten har mindre betydelse för en maskinleverantör, men kan radikalt öka möjligheterna för en värdeleverantör att sänka sina kostnader av värdeleveransen.

**Fastställ** vilka aktörer som på bästa sätt kan bidra till att säkerställa önskat produktionsvärde till lägsta möjliga kostnad. Undersök vilken aktör som har störst kompetens i att specificera och mäta levererat produktionsvärde, och vilken aktör som har störst kompetens i att välja, driva och kontinuerligt uppdatera det automationssystem som ska leverera värdet. Är det den egna verksamheten, eller externa aktörer?

**Analysera** om det är bäst att betala för tekniska automationssystem eller att betala per enhet av faktiskt levererat produktionsvärde. Vid val av en affärsmodell där leverantören uteslutande ersätts per enhet av uppmätt, levererat produktionsvärde behövs interna resurser enbart för specifikation, ekonomisk värdering och mätning av detta värde. Ansvar för övriga aktiviteter, som till exempel tekniska specifikationer, val, drift och uppdateringar av automationssystemet ligger då hos externa aktörer.

Detta kan vara en mycket resurseffektiv affärsmodell, men den kräver en noggrann analys av hur produktionsvärden ska mätas. På så vis drabbar eventuella brister i den tekniska specifikation den externa aktören, det vill säga värdeleverantören, istället för mottagaren, den egna verksamheten. Därför är en riskanalys som jämför alternativa affärsmodeller viktig. Det är till exempel viktigt att analysera:

- Kan verksamheten specificera och mäta önskat produktionsvärde så till den grad att bristande tekniska specifikationer, som resulterar i mindre levererat värde, innebär lägre ersättning för värdeleverantören?
- Vilka risker innebär det för den egna verksamheten om värdeleverantören går i konkurs eller inte respekterar immateriella rättigheter?
- Vilka investeringsrisker innebär det om verksamheten brister i förmåga att upprätthålla tillräckligt konkurrenskraftig kompetens i att välja, driva, ställa om och tekniskt uppdatera automationssystem?

## Del 2 Organisation

Detta avsnitt beskriver de organisatoriska strukturer som behöver utvärderas och säkerställas inför automationsutveckling. De organisatoriska strukturerna gäller för hela automationsutvecklingen, oavsett hur rollfördelningen och affärsmodellen mellan leverantör, utvecklare, kund och användare ser ut – varje aktör får ta till sig de strukturer som rör sina respektive ansvarsområden.

### Roller och ansvar

Identifiera och upprätta roller och ansvarsområden för respektive del av automationsutvecklingen och driften. Se till att fördelningen av uppgifter och ansvar i organisationen är tydlig, likväl som olika rollers ansvarsområden och befogenheter. Utveckla ett organisatoriskt system för ledning av utvecklingsprocessen från början till slut.

Se LEAD-princip 5 och 6

Ansvarsområden att förtydliga	
Utveckling	Drift
Ansvärlig för automationsstrategin	Ansvärlig för automationsteknik
Företrädare av kund och kundbehov	Ansvärlig för gränssnitt och system
Ansvärlig för integration och beslutsfattande	Ansvärlig för underhåll
Ansvärlig för utbildning och upplärning	

### Kompetenser

Specificera vilka kompetenser som behövs för att uppnå automationsvisionen och -målen. Kartlägg nuvarande automationsrelaterade kompetenser i en kompetensmatris och gör sedan en gap-analys av nuvarande och önskat läge. Ta fram en handlingsplan för hur eventuella brister i kompetensbehov ska mötas, till exempel genom utbildning, rekrytering eller genom en tredje part i form av konsulter eller leverantörer. Fastställ även en handlingsplan för att säkra och bibehålla befintliga kompetenser.

Se LEAD-princip 6 och 7

Kompetensbehov att fastställa	
Utveckling	Drift
Beställarkompetens – värdeinsikt, processförståelse, systemförståelse och teknikkunskap	Hantering av automationsutrustning
Projektleddning	Förbättringsarbete
Hitta nya tekniker och lösningar	Underhåll
Programmering	

### Resurser

Kartlägg resursbehov för olika aspekter av automationsutveckling som till exempel behovsinventering, anskaffning, projektledning och programmering. Ange även vilka kompetenser resurserna kräver. Besluta sedan vad som ska hanteras internt och vad som ska köpas in eller hanteras av till exempel konsulter eller leverantörer. Skapa en förteckning över vilka resurser som behövs, vilka resurser och kompetenser som finns att tillgå, och vad respektive resurs ska göra.

Se LEAD-princip 6

Stäm av mot behoven för att nå uppsatt automationsvision och -mål samt behoven hos befintliga resurser och kompetenser. Fastställ en handlingsplan för hur dessa kan mötas, genom till exempel rekrytering, omfördelning av interna resurser eller genom tredje part. Se till att rätt resurs finns på rätt plats, vid rätt tid under automationsutvecklingen.

Se LEAD-princip 7

### Utbildning

Kartlägg eventuella utbildnings- och upplärningsbehov av personal baserat på kompetensmatrisen. Fastställ sedan en handlingsplan med nödvändig intern samt extern utbildning och upplärning, inklusive specifikation av vilka som ska genomföra respektive genomgå upplärning under vilken tidsperiod.

Fastställ om möjligt en plan för att sprida kunskap från extern utbildning internt hos övrig personal, och ta fram planer för personalutbildning vid till exempel nyinvesteringar.

Se LEAD-princip 7

## Engagemang

Det krävs åtgärder för att på bästa sätt säkerställa engagemang och förståelse för användning av automation, förändringar och nya arbetssätt. Värdesätt efterlevnad av värden, strategier, processer och strukturer.

- *Ledningen* bör ha automationsvisionen, -målen och -strategin som helhet väl förankrad i sitt arbete. Det är viktigt att ledningen står bakom och förmedlar automationsstrategin och därmed leder med exempel.
- *Personalen* på samtliga nivåer och funktioner behöver tillgång till och kommunikation kring automationsstrategin. Förklara automationsstrategins innehåll och bakgrund, vad den syftar till och hur den skapar värde, samt vad den kommer att innebära på så väl kort som lång sikt.

Se LEAD-princip 10

### Exempel engagemang

Bryt ner och kommunicera övergripande automationsmål och -processer till meningsfulla mål och aktiviteter på arbetsnivå och funktionsnivå. Visualisera processer och rutiner och tydliggör olika funktioner och roller samt deras ansvar. Ta fram rutiner för hur och när personal på olika nivåer, som till exempel operatörer, väljs ut och engageras under automationsutvecklingen. Tydliggör vilken ansvarsroll operatören har vid till exempel spridning av information, kunskap och synpunkter till och från övriga operatörer.

### Kunskapsöverföring

Identifiera nyckelindivider med kunskap och erfarenhet av automationsutveckling. Säkerställ kunskapsöverföring genom att utse dem till mentorer för mindre erfaren personal. Involvera dessa nyckelindivider vid skapande av rutiner, processer, standarder och styrdokument för att på bästa sätt tillvarata deras kunskap och erfarenhet. Skapa och säkerställ rutiner och processer för uppföljning och erfarenhetsbyte från tidigare automationsutveckling.

Se LEAD-princip 9

### Kunskapsinhämtning och nätverk

Utse olika nivåer av leverantörer som till exempel partner, mogen, konsultativ och kontrakt. Bygg sedan upp och säkra relationen med utvalda leverantörer. Säkerställ spridning av goda, etablerade kontakter inom verksamheten med såväl leverantörer som kunder, och bygg även upp goda kundrelationer.

Se LEAD-princip 8

Var uppdaterad på utveckling, standarder och riktlinjer för såväl utvecklingsprocessen som för automationslösningar. Välj ut eventuella nätverk, mässor och event som kan innebära relevanta kontakt- och benchmarkingmöjligheter för att få kunskap om tänkbara lösningar likväl som innovativa tillämpningar och tekniker. Ta tillvara på möjliga akademiska samarbeten genom till exempel studentuppdrag, examensarbeten eller forskningsprojekt.

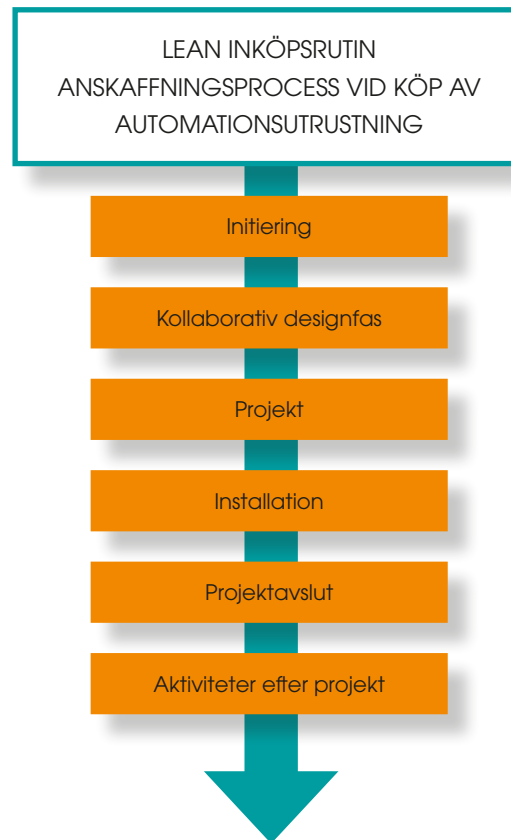
Se LEAD-princip 9

## Del 3 Process

Detta avsnitt presenterar anskaffningsprocessen vid köp av automationsutrustning. Processen bygger på en affärsmodell som är mer av typen "intern" än "extern" (se figur s. 15). Varje processfas innehåller en specifikation av vad som ska utföras under respektive steg.

Figuren demonstrerar en inköpsrutin för utrustning inspirerad av lean produktutveckling. Där involveras ett fåtal leverantörer som knyts nära verksamheten i ömsesidigt förtroende, för att tillåta flera samtidigt löpande koncept och för att kunna bibehålla alternativa lösningar så långt som möjligt under processen.

Se LEAD-princip 2 och 8



### Initiering

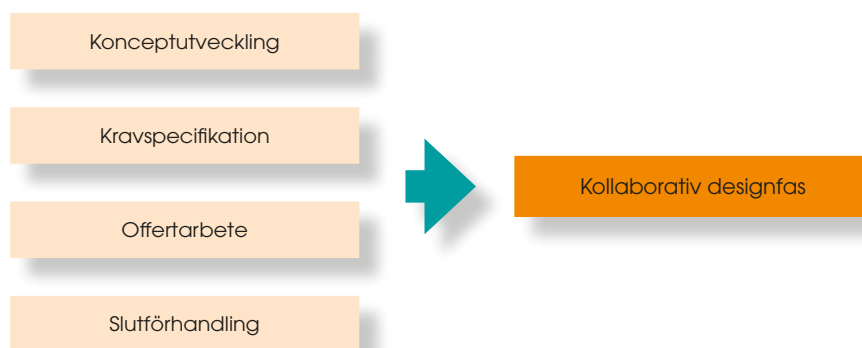
Ett automationsprojekt initieras av olika anledningar där målsättningen är att uppnå någon form av värde, som till exempel förbättringar av produktion eller upprätthållande av produktion vid förändrade produktionsförhållanden. De vanligaste anledningarna är:

- Nya maskiner, med tillhörande materialhantering, som behövs för att hantera nya produkter
- Krav på kapacitetsökningar som behövs för att möta ökad efterfrågan
- Utslitna maskiner och annan produktionsutrustning som behöver bytas ut
- Krav på förbättrad arbetsmiljö och ergonomi
- Nya kundkrav på till exempel produktkvalitet

Resultatet av initieringsfasen är en uppdragsbeskrivning.

### Kollaborativ designfas

För ett mer leaninspirerat tillvägagångssätt i anskaffningsprocessen kan kortare beslutsvägar skapas genom att kombinera konceptutveckling, kravspecifikation, offertarbete och slutförhandling till en kollaborativ designfas. I denna utvärderas och utses endast en eller ett fåtal leverantörer.



**Konceptutveckling** innebär i den kollaborativa designfasen att koncept tas fram i samråd med leverantörer, vilket kräver att stor tillit sätts till leverantörerna. Ett sådant tillvägagångssätt gör det möjligt att arbeta med flera konceptförslag parallellt utan att för den skull tappa fart i designprocessen, och säkerställer att tid och resurser tillsätts till början av projektet. Detta är helt i linje med lean produktutveckling.

I konceptutvecklingen fastställs vilka ramar automationsprojektet bör hålla sig inom:

- Ta fram flera parallella konceptförslag
- Analysera kapacitetsbehov
- Upprätta kvalitetskrav
- Genomför en riskanalys för projektet
- Fastställ kvalitetskrav
- Fastställ *overall equipment effectiveness (OEE)* och tillgänglighet
- Genomför en grov kostnadsuppskattning
- Beakta eventuella lärdomar från tidigare projekt för att undvika upprepning av tidigare misstag

Resultatet av konceptutvecklingsfasen är en definition av projektet.

Se LEAD-princip 8

**Kravspecifikationen** baseras på koncepten i både en traditionell likväl som en lean inköpsrutin. I den kollaborativa designfasen i en lean inköpsrutin utgörs skillnaden av att leverantörerna har möjlighet att påverka kravspecifikationen. På så vis kan de påvisa krav som är onödigt kostsamma och inte bidrar till mervärde för kunden. Leverantörens detaljkunskap i vad som tekniskt går att utföra kan i ett tidigt skede kombineras med kundens processkunskap, en viktig aspekt vid skapandet av ett väl fungerande automations-system.

Kravspecifikationen baseras på de koncept som har ansetts gångbara under konceptutvecklingen, med hänsyn till följande krav:

- Kapacitet, antal detaljer per minut eller cykeltid
- Metod som ska användas
- OEE-krav och kvalitetskrav
- Factory acceptance test (FAT)
- Site acceptance test (SAT)

Se LEAD-princip 1

**Offertarbetet** kan ingå i den kollaborativa designfasen då det finns ett fåtal, ibland endast en, leverantörer att ta hänsyn till. Förhandlingen blir mindre komplicerad eftersom ramarna för projektet har fastställts redan under konceptutvecklingen. Kunden vet att leverantören tar ut en viss vinstmarginal men är också medveten om att det inte förekommer några extremt tilltagna offerter. Offerterna (om det är flera) utvärderas utifrån olika aspekter beroende på vad som är viktigast vid just den tidpunkten. Utvärderingskriterierna kan vara:

- Pris
- Teknik
- Service
- Svarstid
- Kassaflöde

**Slutförhandlingen** innebär att alla anbud verifieras mot kravspecifikationen och utvärderas beroende på vad som är av störst vikt för projektet. Efter utvärderingen bjuds leverantörer in för slutförhandling där parterna går igenom anbudet och gör eventuella förändringar i teknisk nivå och innehåll. Leverantören får lämna sitt bästa bud baserat på slutförhandlingen. När parterna har kommit överens skrivs ett kontrakt under och leverantören svarar med ett ordererkännande.

Se LEAD-princip 8

Den kollaborativa designfasen resulterar i ett formellt kontrakt mellan kund och leverantör som innehåller leveransomfattning (scope of supply) samt alla tekniska och kommersiella villkor.

#### Fakta om FAT och SAT

Genomförande av ett factory acceptance test (FAT) beskrivs i detalj i en kravspecifikation, med förteckning av i vilken utsträckning produktionsaktuellt material finns att tillgå. Prototypmaterial finns ofta i begränsad tillgång vilket leverantörer bör uppmärksammas om tidigt i projektet.

Genomförande av ett site acceptance test (SAT) beskrivs i detalj, med klargörande av genomförandetid och tillgänglighet under testet. Specifikation av antalet produktvarianter som ska programmeras och ingå i den totala leveransen bifogas till kravspecifikationen, likväl som en layout av den tillgängliga produktionsytan.

### Projekt

Efter förhandling övergår anskaffningsprocessen i detaljerad utformning och konstruktion av automationsutrustningen, ett arbete som bedrivs i projektform. Automationsanläggningen konstrueras och tillverkas hos leverantören. Kontinuerliga avstämningar hålls med kund och leverantör för att nå det slutgiltiga målet. Eventuella designändringar måste kommuniceras löpande. De ekonomiska aspekter som dessa designändringar medför måste stämmas av.

Automationsanläggningen byggs upp hos leverantören med tillhörande kringutrustning och säkerhetsåtgärder för ett FAT. Efter genomfört test upprättas ett protokoll med punkter som ska åtgärdas innan leverans. Vid många åtgärds-punkter genomförs eventuellt ett kompletterande FAT innan anläggningen, efter godkännande, monteras ned och levereras till kund.

### Installation

Installation påbörjas hos kund när den tillgängliga ytan är färdigställd. Automationsutrustningen installeras med all kringliggande utrustning och CE-märks när alla säkerhetsåtgärder är på plats. När installationen är avslutad genomför leverantören ett SAT efter överenskommelse. Efter genomfört test upprättas ett protokoll med punkter som ska åtgärdas innan övertagande. När SAT har godkänts tar kunden över utrustningen och garantitiden börjar löpa.

### Projektavslut

Efter avslutat projekt skriver kund och leverantör lessons learned-rapporter med fokus på tekniska aspekter. Vid framgångsrika installationer kan leverantören även skriva en success story-rapport som referensmaterial för framtida projekt.

### Aktiviteter efter projekt

Efter genomförd anskaffning av automationsutrustning görs en garantiuppföljning, vilket är viktigt för kunden då eventuella fel ska vara åtgärdade inom garantitiden. En ekonomisk uppföljning genomförs samt en lessons learned-rapport med fokus på de ekonomiska aspekterna.

### Kontinuerliga förbättringar

Det är viktigt att fastställa, uppdatera och följa upp fortsatta arbetssätt efter genomförd anskaffning av automationsutrustning:

- Skapa rutiner som stöd i det dagliga arbetet
- Håll rutindokument uppdaterade
- Följ upp arbete i förhållande till automationsstrategin

Se LEAD-princip 9

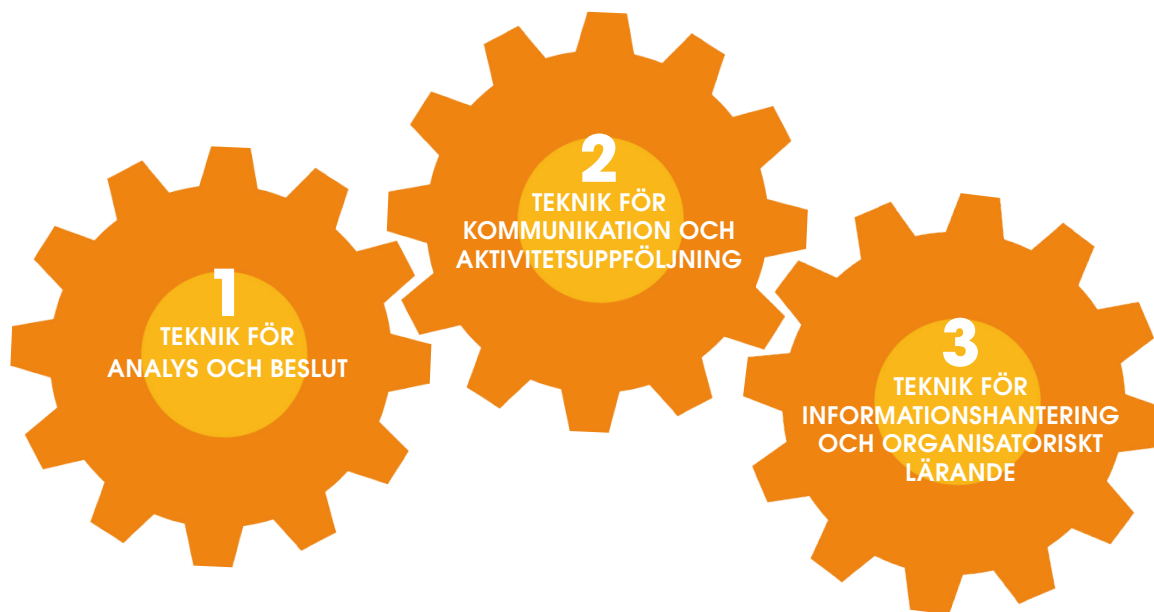
## Del 4 Teknik

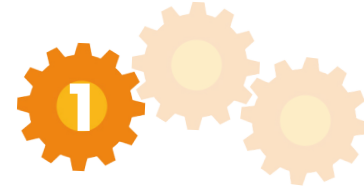
Detta avsnitt beskriver teknik som stöttar vid *utveckling* av automationslösningar, inte automations-teknik i sig. För att vägleda i valet av automationsteknik i sig finns ett antal automationshandböcker, ofta inriktade på specifika applikationsområden.

Teknik och verktyg som är viktiga vid automationsutveckling kan delas upp i tre kategorier:

- Expertstöttande teknik för analys, utformning, validering och utvärdering av automationslösningar – den kan utgöras av allt från enkla checklistor till avancerad simuleringsmjukvara
- Teknik som stöttar automationsutvecklingsprojekt i kommunikation och aktivitetsuppföljning
- Teknik för organisatoriskt lärande, standardisering och informationsdelning före, under och efter automatisering

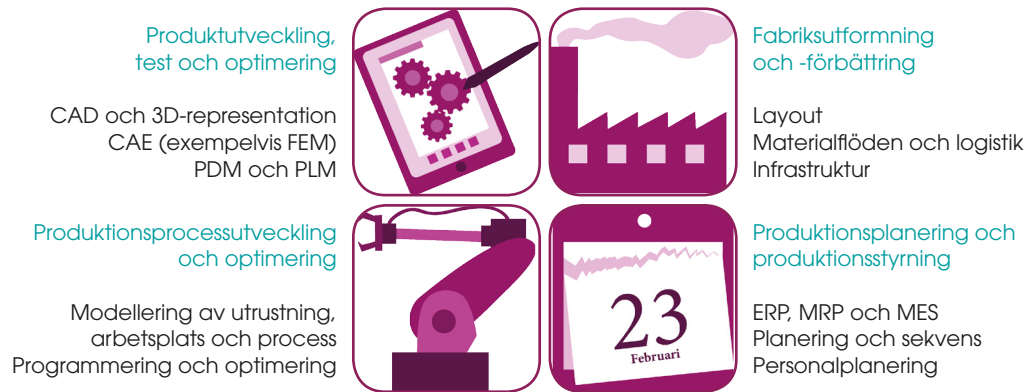
Samordning av dessa tre teknikkategorier, så att de passar just den egna verksamheten, är en avgörande nyckel till framgångsrik automationsutveckling.





### Teknik för analys och beslut

Teknik för analys och beslut kan utgöras av allt från beslutsmatriser, mallbaserade metoder och check-listor för kravspecifikation till avancerade digitala verktyg för simulering och programmering av automationsceller eller liner. Digitala stöd som kan stötta utformning, analys och förbättring av tekniska lösningar under en automationsutveckling blir allt vanligare. Figuren nedan visar fyra områden där det idag finns omfattande tekniska digitala stöd.

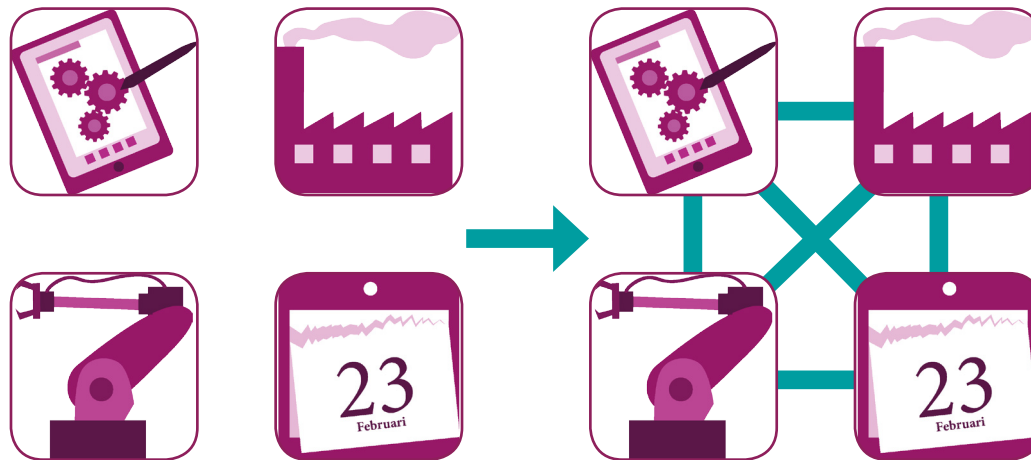


Inom de fyra områdena finns breda plattformar inom *enterprise resource planning (ERP)* och *product life-cycle management (PLM)* som knyter samman till exempel produkt- och processplanering, medan andra tekniker är specialiserade på att till exempel modellera en viss typ av tillverkningsprocess. Det är avgörande är anpassa denna typ av teknik efter den egna verksamheten och dess processer. Låt tekniken stödja situationen, verksamheten och processerna, snarare än det motsatta.

Se LEAD-princip 11



En pågående utveckling är informationsöverbyggande lösningar, där information från ett område kan användas i andra områden. Till exempel kan driftsdata från löpande produktion användas för att mata modeller för scenariosimulering, eller så kan simulering av ergonomi integreras med maskin- och robotmodellering. Företagen i konsortiet inom LEAD-projektet visar upp en bredd i tillämpning av digitala stöd. Flertalet har en situation illustrerat till vänster i figuren nedan, med isolerade applikationer för respektive område, med en tyngdpunkt på CAD/PLM- respektive ERP-system. Vissa företag pekar dock på en utveckling mot en mer heltäckande och integrerad så kallad *digital fabrik* baserad på informationsöverbyggande lösningar, illustrerat till höger i figuren. Denna vision bygger på att sömlöst knyta samman data mellan utveckling, produktion och leverantörer.





Det finns ett antal system och leverantörer för databaserad modellering och verifiering av automationslösningar, fokuserade på nedre vänstra delen av digitala stöd i figuren till höger. Exempel på mjukvara och leverantörer fokuserade på geometrisk modellering, validering och programmering av robot- och automationslösningar visas i tabellen nedan:



Mjukvara	Leverantör
RobotStudio	ABB
Kuka Sim/Kuka Sim Pro	KUKA
Roboguide	FANUC
DELMIA 3DEXPERIENCE	DASSAULT SYSTEMS
Tecnomatix	SIEMENS
V-REP PRO	V-REP
Microsoft Robotics Developer Studio 4	Microsoft
Webots Robot Simulator	Cyberbotics
Robologix	Logicdesign
Actin	Energid
3DCreate/3Dsimulate/3DAutomate	Visual Components



### Teknik för kommunikation och aktivitetsuppföljning

Ett framgångsrikt automationsprojekt kräver teknik som stöttar projektets utveckling. En nyckelåtgärd inom lean produktutveckling är att organisera produktutvecklingen med enkel, visuell kommunikation, något som även kan tillämpas på automationsutveckling.

Se LEAD-princip 12

**War room eller obeya room** är ett koncept inom projektkommunikation, och en lämplig metod vid organisering av produkt- och processutveckling. Rummet kan vara ett verktyg för förbättringsarbete på administrativ nivå, där visuella tabeller och diagram sammanfattar projektets tidsplan, milstolpar och aktuella framsteg, liksom handlingsplaner för eventuella tekniska eller schematiska utmaningar. Här samlas all planeringsledande personal för effektivt kommunikationsarbete och beslutsfattande för att undvika filter eller fördröjningar i kommunikationen.

**Distanskommunikation** är ett verktyg som blir allt viktigare. Idag finns bra digitala stöd för effektiv projektstyrning och -kommunikation på distans. Utveckling sker alltmer i nätverk och ofta i samarbete med internationella aktörer. På informationsplattformar för distanskommunikation kan även virtuella war room eller obeya room etableras.

**Projektmodellen** som följs utgör ytterligare stöd för utvecklingsprojekt. De flesta verksamheter har idag etablerade projektmodeller för utveckling och anskaffning, till vilka det finns en mängd projektledningsverktyg som stöttar arbetslag och projektledare i följd och drift av projekt. Dessa är knutna till teknik för organisatoriskt lärande, standardisering och informationsdelning som beskrivs på följande sida.



### Teknik för informationshantering och organisatoriskt lärande

Kraftfulla verktyg för standardisering och organisatoriskt lärande är avgörande för effektiv projektledning, för att utnyttja tidigare erfarenheter och för att använda expertbaserade tekniska analysstöd.

Ökande krav på spårbarhet och kvalitetsarbete både inom och emellan organisationer ökar även användandet av denna typ av teknik.

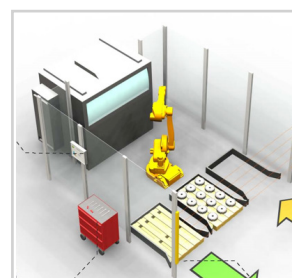
- Skapa standard och rutin för samtliga steg i utvecklingsprocessen, säkerställ att dessa efterlevs och uppdateras kontinuerligt
- Skapa en kultur för lärande i och av processerna
- Utveckla databaser för kunskapsspridning vilka möjliggör stöttning av kraven på spårbarhet och informationstransparens
- Utnyttja informationsintegration för effektivt arbete i utvecklingsfasen, men använd den även som en källa till informationsöverföring mellan olika utvecklings- och driftsfaser för produkter och utrustning

Se LEAD-princip 8, 9 och 13

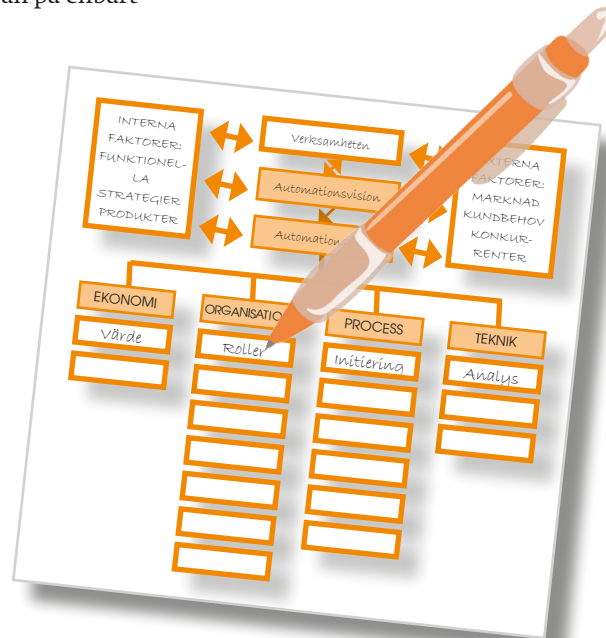
# Att bygga upp och förbättra sin automationsstrategi

I LEAD-projektet har vi sett flera exempel på hur tillverkande företag kan bygga upp, förverkliga och tillämpa sin automationsstrategi och dess delar. Vi vill här ge tre exempel som inspiration.

**1** Ett företag i projektkonsortiet hade som ambition att etablera en tydlig strategi för att behålla automationskompetens inom verksamheten. Ett projektteam utredde vilka områden som behövde utvecklas eller behållas för att skapa kapacitet att själva kunna kravställa, utveckla, upphandla, driftsätta och förvalta automationslösningar. Utifrån denna kravbild växte en tidig version av strategimodellen fram (se figur s. 13). Denna tidiga modell var bredare och omfattade både utveckling och drift av automationslösningar. Strategimodellen har sedan dess förfinats, fokuserats till just utveckling av automation och kopplats till LPD-principer. Detta praktikfall var dels utgångspunkten för strategimodellen, men visade också att modellen kan tillämpas bredare än på enbart utvecklingsfasen.



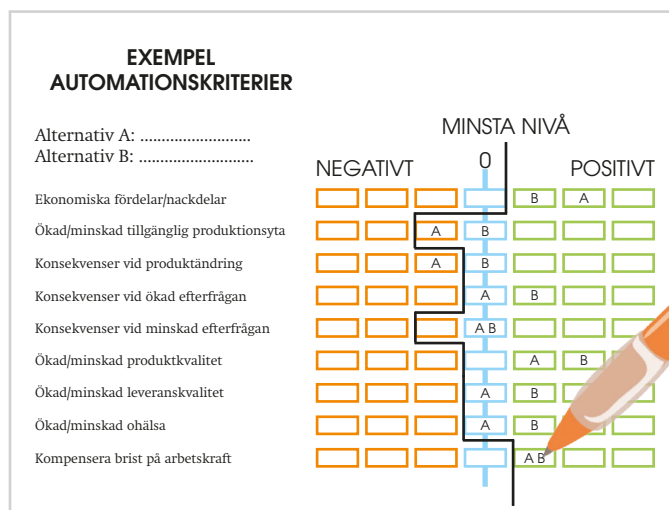
**2** Ett annat företag i projektkonsortiet tog inspiration i den struktur för automationsstrategi som vi presenterar i figuren på s. 13. Utgående från den modellen speglades strategins fyra huvudområden mot den egna organisationens struktur och funktioner. Företaget tog in sina egna ekonomiska principer och affärsmodeller, kopplade faser i utvecklingsprocessen till de relevanta delaktiviteterna i sin utvecklingsprocess samt kopplade de organisatoriska aspekterna kring roller, kompetens och resurser till sin organisations funktioner och ansvariga. Man översatte de tekniska stöden för utveckling till de stöd som var centrala för sin typ av tillverkning och produkt. Detta skapade en bas för en automationsstrategi som var tillämpbar på det egna företaget och för dess utveckling.



# 3

En del av projektconsortiet resonerade kring hur olika automationslösningar kan utvärderas ur ett helhetsperspektiv. De tog fram en enkel visualisering i LPD-anda för att visa en strategisk kravprofil på en framtida lösning och hur två alternativa lösningar kan utvärderas. Syftet var att knyta samman kravställning och utvärdering med mer strategiska mål som är centrala för en långsiktigt lönsam automationslösning. De kriterierna som togs upp i detta fall var:

- Ekonomiska fördelar/nackdelar
- Ökad/minskad tillgänglig produktionsyta
- Konsekvenser vid produktändring
- Konsekvenser vid ökad efterfrågan
- Konsekvenser vid minskad efterfrågan
- Ökad/minskad produktkvalitet
- Ökad/minskad leveranskvalitet
- Ökad/minskad ohälsa
- Kompensera brist på arbetskraft



Bakom varje placering på axlarna kan omfattande analyser ligga för att fastställa var på skalan de olika lösningarna ligger.

# Bibliografi

**Friedler N., Salonen A., Johansson C.**, “The automation equipment acquisition process – experienced users’ perspective” 22nd International Conference on Production Research (ICPR22). Juli 2013.

**Grahn S.** “Ekonomi med ‘superstars’ kräver nya modeller” Uppfinnaren & Konstruktören nr 4 2014.

**Grahn S., Granlund A., Wiktorsson M., Friedler N.**, “Defining ‘benefit’ when making production investments” 6th Swedish Production Symposium SPS2014. September 16-18 2014. Chalmers University, Sweden.

**Granlund A.**, ”Facilitating Automation Development in Internal Logistics Systems” Doktorsavhandling. Mälardalen University Press Dissertations no 150. 2014.

**Granlund A.**, “Designing internal logistics systems fit for the future” 20th EurOMA conference Operations Management (EurOMA 2013). Juni 2013.

**Granlund A., Friedler N.**, ”A model for the formulation of an automation strategy”. 4th Production and Operations Management World Conference / 19th EurOMA Conference, 1-5 July 2012.

**Granlund A., Jackson M.**, “Managing automation development projects – a comparison of industrial needs and existing theoretical support”. 23rd International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM’13). Juli 2013.

**Granlund A., Wiktorsson M., Grahn S., Friedler N.**, “Lean automation development: applying lean principles to the automation development process.” 21st EurOMA Conference. 20-25 June 2014.

**Granlund A., Wiktorsson M.**, “Automation in Internal Logistics: Strategic and Operational Challenges”. International Journal of Logistics Systems and Management. 18(4). pp 538-558. 2014.

**Granlund A., Wiktorsson M.**, “Automation in Healthcare Internal Logistics: A Case Study on Practice and Potential”. International Journal of Innovation and Technology Management. 10(3). 2013.

**Högman F.**, “Kartläggning av relevanta IT-verktyg för utveckling av automation” Rapport inom akademien för innovation, design och teknik, Mälardalens högskola.

**Zafarzadeh M.**, ”Digital Factory – Overview” Rapport inom akademien för innovation, design och teknik, Mälardalens högskola.

**Zafarzadeh M., Jackson M.**, ”Automation from Lean Perspective – Potentials and Challenges” 11th International Conference on Manufacturing Research (ICMR2013). 19-20 September 2013.

# LEAD Projektteam

## Projektkonsortium

GKN AEROSPACE  
GKN DRIVELINE  
HALDEX  
INNOVATUM  
LEAX  
MÄLARDALENS HÖGSKOLA  
SCANIA  
SKF  
SWEREA IVF AB  
RAC/ROBOTDALEN  
VOLVO CE  
VOLVO POWERTRAIN

## Författare av handbok



**ANNA GRANLUND**  
Teknologie doktor  
Mälardalens högskola  
anna.granlund@mdh.se  
016 15 34 43



**MAGNUS WIKTORSSON**  
Professor  
Mälardalens högskola  
magnus.wiktorsson@mdh.se  
016 15 32 29



**NIKLAS FRIEDLER**  
Doktorand, universitetsadjunkt  
Mälardalens högskola  
niklas.friedler@mdh.se  
016 15 32 54



**STEN GRAHN**  
Teknologie doktor  
Swerea IVF AB  
sten.grahn@swerea.se  
016 15 51 25

LEAD finansierades genom Vinnovas program FFI Hållbar produktion under 2013-2015 och genomfördes inom ramen för XPRES-satsningen vid MDH, KTH och Swerea IVF AB.



**MÄLARDALENS HÖGSKOLA**  
**ESKILSTUNA VÄSTERÅS**

**Adress:** Box 883, 721 23 Västerås **Telefon:** 021 10 13 00  
**Adress:** Box 325, 631 05 Eskilstuna **Telefon:** 016 15 36 00  
**E-post:** [info@mdh.se](mailto:info@mdh.se) **Webb:** [www.mdh.se](http://www.mdh.se)