



JÖNKÖPING UNIVERSITY
School of Engineering

Research Report

Agil och rekonfigurerbar produktion

Projektmetod och utformning av produktions-
system

Carin Rösiö, Anette Karlton, Julia Trolle, Denis Coelho, Simon Boldt, Björn Fagerström

Agil och rekonfigurerbar produktion. Projektmetod och utformning
av produktionssystem

Research Reports No. 6

© 2021 Carin Rösiö, Anette Karlton, Julia Trolle, Denis Coelho, Simon Boldt,
Björn Fagerström

Illustratör: Vilma Raudberget

School of Engineering, Jönköping University

P.O. Box 1026

SE-551 11 Jönköping

Tel. +46 36 10 10 00

www.ju.se

ISSN 1404-0018

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund och syfte.....	1
1.2	Det industriella företagens utmaningar	3
1.3	Integrerad produkt- och produktionsutveckling.....	5
1.4	Människa-Teknik-Organisation – ett systemperspektiv.....	6
1.4.1	Människan (M) som delsystem.....	8
1.4.2	Teknik (T) som delsystem	8
1.4.3	Organisation (O) som delsystem.....	9
1.4.4	Arbetsaktiviteten i centrum.....	9
1.4.5	Interaktioner mellan delsystemen M-T-O.....	12
1.4.6	Exempel på tillämpning av MTO i praktiken	13
1.5	Förändringsledning och innovation.....	13
2	Det agila projektet.....	19
2.1	Agil projektorganisation och samverkan.....	20
2.2	Projekt inom produktionsutveckling	22
2.3	Planering, styrning och genomförande av projekt	25
2.4	Projektavslut och uppföljning	27
2.4.1	Sprintavslut	28
2.4.2	Projektavslut	29
2.5	Beslut i det agila projektet.....	30
3	Agila och rekonfigurerbara produktionssystem.....	33
3.1	Organisering för ett agilt arbetssätt	33
3.1.1	Faktorer som inverkar på utvecklingen av ett agilt arbetssätt.....	33
3.1.2	Kännetecknande drag för organisering för ett agilt arbetssätt	35
3.2	Aktivitetscentrerad design i produktion	38
3.3	Rekonfigurerbara produktionssystem	41
3.3.1	Rekonfigurerbarhetens nyckelegenskaper	42
3.3.2	Syftet med rekonfigurerbarhet	43
3.3.3	Samspelet mellan dedikerade, rekonfigurerbara och flexibla lösningar.....	45
3.3.4	Att mäta rekonfigurerbarhet.....	45
4	Avslutning.....	53
4.1	Referenser och fortsatt läsning	54

1 Introduktion

För att kunna hantera dagens snabba förändringar är agilitet en färdighet svenska tillverkande företag behöver besitta och kontinuerligt utveckla vidare. Kärnpunkten i att vara en *agil verksamhet* är att snabbt kunna agera på förändringar på marknaden eller omgivningen med ett fokus på kundens behov som kräver anpassade snarare än standardiserade produkter.

Agilitet inbegriper många olika begrepp som idag cirkulerar kring förmågan att snabbt anpassa sig och förändra sin produktion eller sin organisation till förändringar på marknaden. Relaterade begrepp är flexibilitet, rekonfigurerbarhet och resiliens.

Rekonfigurerbarhet innebär att göra det möjligt att lägga till, ta bort och / eller ordna om element/beståndsdelar i produktionssystemet på ett snabbt och kostnadseffektivt sätt som kan resultera i en önskad uppsättning alternativa konfigurationer.

Denna handbok är framtagen för att ge ett stöd till tillverkande svensk industri vid utveckling av agila och rekonfigurerbara produktionssystem. Detta innefattar både att använda agila projektmetoder och att skapa agila och rekonfigurerbara produktionssystem.

Oavsett om företaget står inför en större förändring av befintliga produktionssystem eller ska utforma något alldeles nytt är handboken användbar. Den är ett stöd både för projektgenomförandet och för hur det faktiska produktionssystemet ska utformas utifrån agila principer. Handboken behandlar således både projektmetod (kap 2) och utformning av ett agilt och rekonfigurerbart produktionssystem (kap 3).

1.1 Bakgrund och syfte

I detta avsnitt ges en introduktion till handboken och dess olika delar.

Förmågan att snabbt och effektivt förse kunder med produkter är grundpelaren i ett tillverkande företag. En ökad kundanpassning, allt komplexare produkter, snabb teknikutveckling och ett ökat krav på en kort ledtid från att kunden beställer sin produkt tills att den når kunden är några av de utmaningar som ett tillverkande företag idag står inför. Produkter har allt kortare livscykler, vilket gör att nya produkter måste industrialiseras och gamla produkter behöver fasas ut i en ökande takt. Dessutom är det vanligt att produkterna säljs i många varianter, vilket försvårar lagerhållning och minskar möjligheterna att producera i större kvantiteter. Att kontinuerligt kunna utveckla nya produkter som särskiljer sig från konkurrenterna och som dessutom uppfyller krav på låg kostnad, hållbarhet och kvalitet är avgörande. Ett tillverkande företag behöver kunna producera kostnadseffektivt och hållbart men även ha en förmåga att följsamt anpassa sig efter den föränderliga kravbild som råder. Detta ställer höga krav både på hur projekt genomförs, hur integration mellan produkt- och produktionsutveckling bedrivs samt hur produktionsystem utformas och organiseras.

Traditionellt sett har produktionssystem upprättats dedikerat för en produkt eller produktfamilj. Produktionssystemet har då utformats för en uppbyggnad till full volym och för att producera en typ av produkt under en lång period, för att därefter uppgraderas eller fasas ut. Idag introduceras nya produkter kontinuerligt i produktionssystemet, vilket kräver förändringar och anpassningar av både teknisk utrustning såsom maskiner och fixturer, men även av den mänskliga kompetensen och arbetssätt.

Den nya kravbilden med ständiga förändringar kräver att utvecklingstiden förkortas och att de system som tas fram är mer förändringsbara. Ledtiden för utveckling eller förändring av produktionssystemet fordrar att utvecklingsarbetet effektiviseras och bedrivs ”smartare”. Företag har varken tid eller resurser att bedriva projekt sekventiellt utifrån traditionella metoder. Nya arbetssätt som är följsamma och agila krävs.

Målet med denna handbok är att ge stöd till tillverkande företag att hantera kraven på kortare ledtid för produktionsutveckling, ta fram produktstrukturer som bättre kan hantera framtida varianter och att skapa förändringsbara produktionssystem. Detta genom att introducera:

- Agil projektmetod tillämpat på produktionsutveckling (kap 2)
- Metoder, verktyg och principer för förändringsbara produktionssystem innefattande såväl teknik, människa som organisation (kap 3)

Handboken syftar till att stödja olika former av projekt som krävs för såväl uppgradering av befintliga produktionssystem som att utveckla och införa helt nya produktionssystem. Handboken berör hur förändringar bör hanteras på medel- och lång sikt. Hantering av kortsiktiga förändringar i det kontinuerliga dagliga arbetet med ständiga förbättringar tas inte upp.

Förmågan att anpassa sin verksamhet till förändringar bör genomsyra hela företaget. Denna handbok fokuserar dock främst på produktionssystemet och dess utveckling. Produktionssystemet inbegriper aktiviteter och tillgångar som behövs för att omvandla råmaterial till produkter eller delar av produkter, vilket kräver ett samspel mellan människan, tekniken och sättet att organisera verksamheten i produktionen. Eftersom produktionssystemet är starkt beroende av produktutvecklingen kommer den även att indirekt beröras.

En agil verksamhet behöver utveckla en förmåga till snabba omställningar för att hantera utmaningar från marknaden utifrån en föränderlig kravbild, vilket behöver inbegripas i företagets övergripande strategier. Det förutsätter anpassning på olika nivåer i verksamheten och i olika delsystem som inbegriper teknikutveckling/omställning, anpassning av organiseringen av verksamheten och att skapa förutsättningar för medarbetarnas att arbeta på ett agilt sätt.

Utifrån nivå och område beskrivs förändringsförmågan i olika avseenden i handboken:

- Förändringsförmåga i projekt – Agilitet
- Förändringsförmåga i produktionssystem och förändringskapacitet i dess teknik – Rekonfigurerbarhet
- Förändringsförmåga i organisation – Agil organisering och agilt arbetssätt hos medarbetarna

På fabriksnivå: På denna nivå behövs en struktur för att enkelt kunna växla mellan olika produktgrupper och hantera växlande volymer. Strukturer finns ofta i produktarkitekturer samt i motsvarande produktionssystem där standarder och variationer finns beskrivna.

På segment/line-nivå: Här behöver alla produktionssystem ha förmåga och resurser att tillverka produkter efter marknadens aktuella behov och därmed vara beredda att förändras i tex bearbetning, montering och materialhantering.

På cell/stationsnivå: På den här nivån behöver produkter eller komponenter vara förändringsbara i utformning eller volym. På de lägsta nivåerna behöver enskilda maskiner, arbetsstationer och verktyg ha en operativ kapacitet/förmåga att utföra moment utifrån växlande behov.

Förändringsförmåga/kapacitet beskrivs på olika nivåer och i två olika kapitel. I kapitel två utvecklas hur snabba utvecklingsprojekt bedrivs med hantering av en komplex kravbild och förändringar som uppstår under projektets gång, vilket kräver en agil projektmetodik. I kapitel tre utvecklas hur produktionssystem kan anpassas genom en agil organisering, ett agilt arbetssätt och rekonfigurerbar produktion.

1.2 Det industriella företagens utmaningar

Tillverkande företag står inför flera utmaningar kopplade till omvärldens krav, företagens in-vanda mönster såväl som arbetssätt. I detta avsnitt beskrivs vanliga utmaningar och hur dessa kan bemötas både kopplat till projektmetod och produktionssystemets utformning.

Många företag har idag en utmanande situation med att parallellt utveckla såväl nuvarande som framtida produktionssystem. De företag som har problem med att tillverka produkter med rätt kvalitet, på utsatt tid och till rätt kostnad har dubbla utmaningar att hantera. Företaget behöver då få ordning på produktionen av pågående produkter och dess leveranser samtidigt som utvecklingen av morgondagens produkter och produktionssystem behöver säkras.

Ofta sitter företag idag fast i sina gamla strukturer och har svårt att förändra sitt företag så att det både kan hantera pågående produktion och säkra kompetens för framtida utveckling. Utmaningen handlar om att effektivisera nuvarande produktionssystem (det som ofta kallas “operational excellence”) för att dedikera resurser till utveckling av morgondagens produkter och produktionssystem. För att lyckas med det krävs en annan form av kompetens än den som finns

tillgänglig för att arbeta med ständiga förbättringar i det befintliga produktionssystemet. Den kompetensen handlar mer om att driva transformation och större förändringsarbete. Det är sådan kompetens som denna handbok syftar till att öka både avseende hur projekt kan bedrivas och hur själva produktionssystemen kan utformas.

Projekt kan bedrivas enligt två huvudsakliga metoder:

- **Agil projektmetod:** En agil projektmetod förespråkas vid komplexa projekt. Projekt blir ofta komplexa vid större förändringar och när en hög grad av osäkerhet råder vad gäller kravbild och möjligheten att finna rimliga lösningar som uppfyller kraven, såväl vad gäller teknikval, organisering som kompetens. Vid denna typ av projekt finns det ett behov av att mer iterativt testa sig fram för att komma fram till rimliga lösningar och under projektet lära sig för att successivt utveckla krav och definiera produktionssystemet.
- **Vattenfallsmodellen:** I de projekt då kraven är väl definierade, målen är tydliga och det finns klart definierade lösningar vad gäller teknikval, organisation och kompetens, kan vattenfallsmodellen fungera väl.

Det finns inget som hindrar att projekt först genomförs med en agil metod, då osäkerheten är hög för att i ett senare skede gå över till vattenfallsmodellen då osäkerheten är mindre och kravbilderna samt lösningarna är tydligare. Utvecklingen går dock mot att agil projektmetod blir alltmer relevant. Här beskrivs därför främst den agila projektmetoden och hur den används i utveckling av produktionssystem.

När det gäller *hur produktionssystem kan utformas* gäller det att positionera företaget i ”ekosystemet” och dra nytta av ny informationsteknik och digitaliseringsmöjligheter där det är lämpligt. Många företag har produktionssystem som utvecklats under lång tid med en allt ökande komplexitet. Med kortare marknadsfönster för produkter blir förmågan att industrialisera och nå efterfrågade volymer – Time To Volume (TTV) – allt viktigare för att nå morgondagens krav. Att etablera ett mer modulärt och rekonfigurerbart produktionssystem för att möta morgondagens krav kan vara en nyckel till att anpassa sig till förändringar. Genom att bygga upp sina produktionsprocesser i moduler med standardiserade gränssnitt, kan anpassningar göras i förändringar både vad gäller volym och funktionalitet.

1.3 Integrerad produkt- och produktionsutveckling

De ökade kraven på kortare ledtider för utveckling från idé till färdigproducerad produkt ökar behovet av ett integrerat synsätt kring produkt- och produktionsutveckling. I detta avsnitt utvecklas betydelsen av ett integrerat arbetssätt. Dessutom presenteras tips på hur företag kan uppnå ett mer integrerat arbetssätt.

Många företag arbetar idag fortfarande enligt traditionella metoder där funktionerna produkt- och produktionsutveckling sker sekventiellt. Dessa två funktioner organiseras ofta som två separata processer med begränsad interaktion, där produktionsutvecklingen tar vid då produktkonceptet anses vara redo för realisering. Ofta organiseras produkt- och produktionsutveckling i två olika avdelningar, där produktutvecklingen (R&D) som sker först ofta prioriteras över produktionsutvecklingen. Detta skapar ett reaktivt synsätt på produktionsutveckling där lösningen endast blir ett rent utfall från produktutvecklingen. Den totala tiden för produktrealisering, från idé till serieproducerad produkt blir därmed längre, vilket inte är hållbart i dagens intensiva konkurrenssituation där det gäller att få ut produkten på marknaden så snabbt som möjligt.

Integrerad produkt- och produktionsutveckling karaktäriseras av tätt samarbete, team-work samt support från digitala nätverk. Då fokus ligger på TTV bör produkt- och produktionsutveckling anses som likvärdiga, parallella processer. Det räcker inte att ett företag har en effektiv produktutveckling, utan varje företag behöver även kunna konkurrera med en effektiv produktionsutveckling och ett anpassningsbart och effektivt produktionssystem.

Genom att effektivt integrera produktutveckling och produktionsutvecklingsprocesser så kan flera fördelar uppnås:

- **Förmåga att lösa komplexa problem:** Genom att teamet arbetar tillsammans och det är det decentraliserade teamet med den rätta kunskapen som är de som fattar beslut.
- **Kortare utvecklingstider:** Projekten frontmatas och större ansträngningar läggs i tidiga projektfaser. Detta leder till en minskad risk för sena tester av ny produktionsteknik eller sena förändringar.
- **Minskade kostnader:** Genom kortare ledtider är det möjligt att kraftigt reducera kostnader för varje tillverkningsenhet.
- **Ökad innovation:** Ett parallellt och tvärfunktionellt samarbete mellan olika funktioner såsom produkt- och produktionsutveckling ökar kunskaps- och informationsutbytet som i sin tur kan öka innovationsnivån.
- **Bättre leverantörssamverkan:** Andra fördelar är bättre förutsättningar för att skapa relevanta avtal med verktygsleverantörer då det finns en högre nivå av samverkan mellan parter.

Även om ett integrerat arbetssätt mellan produkt- och produktionsutveckling länge har förespråkats har det visat sig vara svårt att lyckas med detta i praktiken. Det finns inga genvägar i detta arbete utan ett ökat samarbete kräver en genomtänkt struktur, utveckling av samarbetsförmåga och konsekventa rutiner.

Nedan följer några riktlinjer för att uppnå en ökad integration mellan dessa processer:

Strukturerad utvecklingsprocess: För att lyckas med ett projekt så är det viktigt att ha tillgänglig information och data vid rätt tidpunkt för att kunna fatta rätt beslut. Ju tidigare efterföljande funktioner får information, desto tidigare kan aktiviteterna börja. Förmågan att släppa preliminär information är viktig och att hålla isär preliminär och slutgiltig information.

- **Tydliga informationskanaler:** Information måste kontinuerligt överföras mellan olika funktioner och aktiviteter, t.ex. så ger ändringar av parametrar som styr produktdesign omedelbart konsekvenser för efterföljande och parallella aktiviteter. Dock går det inte att undvika att det alltid kommer att finnas en viss nivå av sekventiell information mellan vissa aktiviteter. T.ex. så är det svårt att börja med detaljerade designaktiviteter innan de konceptuella produktförutsättningarna är klara. En effektiv utvecklingsprocess kännetecknas att flera koncept utvecklas parallellt och gärna utvärderas med kunder. De lärdomar man kan dra av en senare frysning är central i det agila arbetet.

1.4 Människa-Teknik-Organisation – ett systemperspektiv

Behovet av ett systemperspektiv i verksamheter blir allt viktigare för att hantera en ökad komplexitet och ökade krav på konkurrenskraft i dagens produktionssystem. I detta avsnitt presenteras en modell för att analysera och förbättra olika produktionssystem.

Alla produktionssystem består av tre huvudsakliga delsystem, nämligen 1) **människor** som planerar, bygger upp och arbetar i produktionen, 2) olika typer av **teknik** som kan användas/styras/övervakas av människor i arbetet och 3) en lämplig **organisering** av arbetet för att resultatet ska bli bra. Modellen Människa-Teknik-Organisation (MTO) utgår från dessa tre delsystem. Både tekniken och organisationen kan betraktas som system i sig och även människan som i egenskap av biologisk varelse utgör ett komplext system som inbegriper fysiska, kognitiva, psykologiska och sociala förmågor som alla inverkar på hur varje individ utför sitt arbete, se figur 1.

Ett problem som vanligtvis uppstår är att de olika delsystemen optimeras var för sig, vilket resulterar i att det totala produktionssystemet inte fungerar på ett optimalt sätt. *Det finns inte någon genväg eller "quick fix" för detta utan det handlar om att tillägna sig ett synsätt.* Ett helhetsperspektiv på **interaktion** mellan de tre delsystemen och de **aktiviteter** som pågår i arbetsprocesserna behövs för att skapa bästa möjliga förutsättningar för att ett produktionssystem ska fungera på ett tillfredsställande sätt.

Det är viktigt att också fundera över hur gränssnitten mellan de tre delsystemen kan utformas så bra som möjligt i relation till hur de olika aktiviteterna utförs i produktionen. Annars riskerar helheten att inte bli bra med resulterande störningar, kvalitetsbrister, arbetsmiljöproblem osv. som påverkar produktionsresultatet negativt vilket kan bli kostsamt.

MTO-modellen fokuserar därför på arbetsaktiviteter där människor, teknik och organisation interagerar, se figur 1. Arbetsaktiviteten är kärnan i modellen och de utförda aktiviteterna utgör en utgångspunkt för att analysera arbetet. Innebörden av en arbetsaktivitet presenteras mer i detalj nedan. Oavsett teknikutveckling och ökad komplexitet i produktionssystem, kommer de flesta arbeten att förbli beroende av mänskliga arbetsaktiviteter inom en överskådlig framtid. Behovet av att förstå villkoren för involverade människor i sådana arbetsaktiviteter ökar när kraven förändras och produktionen blir mer komplex och föränderlig.

Människor är bättre på vissa uppgifter än maskiner (t.ex. strategiutveckling och erfarenhetsbaserade uppgifter), medan maskiner är bättre än människor på andra uppgifter (t.ex. att utföra uppgifter som kräver hög fysisk kraft eller exakt repetition under långa tidsperioder). Det viktiga är att ha kunskap om dessa skillnader i förmågor, så att uppgifter kan fördelas på ett lämpligt sätt mellan människor och maskiner. Människor bör utföra vad de är bäst på, och maskiner vad de är bäst på. Varje mänsklig aktivitet är vidare relaterad till hur arbetet är organiserat, som vem gör vad, ansvar och roller, vilket också är viktigt att noggrant tänka igenom.

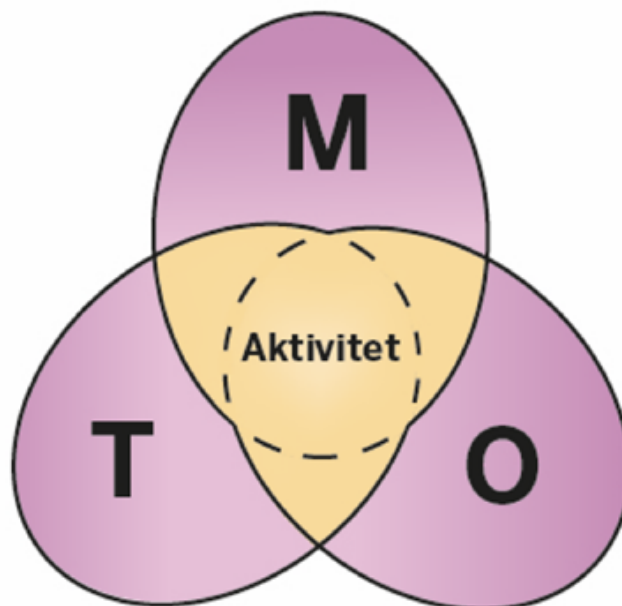


Fig. 1 MTO-modell. Figuren representerar delsystemen Människa, Teknik och Organisation. De gulmarkerade fälten representerar hur dessa överlappar i interaktion genom olika aktiviteter. Delar av M, T och O systemen samverkar på olika sätt och i olika utsträckning i olika aktiviteter.

Tanken med MTO-modellen är att tekniken och organisationen bäst utformas iterativt med hänsyn till människors behov, förmågor och begränsningar vid design/förbättring av ett produktionssystem. Det innebär att inte ha utgångspunkten att utveckla tekniken först, anpassa organisationen till tekniken och använda människorna för att kompensera för designbegränsningarna och bristerna. MTO-modellen är användbar för att bättre förstå, designa såväl som förbättra ett redan befintligt produktionssystem. Detta belyses av länkade exempel senare i avsnittet.

Box 1 MTO-modellen inbegriper ett nytt synsätt

Ett helhetsperspektiv på hur en verksamhet fungerar förutsätter kunskap om samspillet mellan Människan, Tekniken, Organisationen och aktiviteter som pågår i arbetsprocesserna. Det finns inte någon genväg eller ”quick fix” för detta utan det handlar om att träna sig i ett nytt synsätt. MTO-modellen är användbar för att bättre förstå, designa såväl som förbättra ett redan befintligt produktionssystem.

Här nedan beskrivs närmare delsystemen Människa, Teknik och Organisation och därefter vad som avses med aktivitet och interaktionens betydelse för helheten.

1.4.1 Människan (M) som delsystem

Detta avser olika mänskliga förutsättningar och förmågor som behöver tas hänsyn till, nämligen biologiska, kognitiva, psykologiska och sociala. De kan användas för att förklara de olika mänskliga ansträngningar som krävs för att utföra olika arbetsaktiviteter. Tillvägagångssättet att titta på människan från flera perspektiv behövs också för att förstå och hantera till exempel stressreaktioner som i hög grad kan påverka resultatet. Det är också tydligt att alla aspekter av människans förmågor sällan är involverade i en och samma aktivitet i samma utsträckning och vissa aspekter kan därför i olika sammanhang ses som kontextuella.

Box 2 Människan (M) kan betraktas utifrån fyra olika perspektiv:

- Biologiskt – som ett energiprocessande system
- Kognitivt – som ett informationsprocessande system
- Psykologiskt – med en unik historia, personlighet och erfarenheter
- Socialt – som medlem av en social grupp

1.4.2 Teknik (T) som delsystem

Definitionen av tekniken sträcker sig från enkla verktyg till avancerade tekniska system, inklusive mjukvarusystem. Teknik kan definieras i varje enskilt fall där MTO-modellen används. *Teknik kan beskrivas som medel för omvandling av input till output* med saker som verktyg och maskiner, från något mycket enkelt som en penna till de mest avancerade datorerna. Det är uppenbart att viss teknik är direkt involverad i interaktionen med människor. Annan teknik är

ofta mer relaterad till arbetsmiljön där arbetet utförs, såsom design av byggnader, ventilation, bakgrundsljud, belysning osv. Sådana aspekter påverkar arbetet genom att ge mer eller mindre gynnsamma förutsättningar för människan. Ett ytterligare exempel på hur teknik påverkar mänskligt arbete är den pågående digitaliseringen. Informationstekniken, som naturligtvis är en del av det tekniska systemet, påverkar också organisationen starkt. Den bryter upp gränserna, kan kortsluta hierarkier och påverkar hur beslut fattas i ett arbetssystem samt förutsättningar för decentralisering.

Box 3 *Teknik (T) kan beskrivas som medel för omvandling av input till output och består av:*

- Materiella verktyg och maskiner
- Immateriella verktyg som t.ex. IT-system och programvara
- Miljökaraktäristika (buller osv.) som är tekniskt utformad

1.4.3 Organisation (O) som delsystem

Organisation är relaterad till hur arbetet är organiserat, som vem gör vad, ansvar och roller. Det finns formella aspekter av organisationen, som vanligtvis dokumenteras (mål, strategi, struktur, hierarki, administrativa system, skriftliga instruktioner, system för uppföljning, osv.). Det finns också informella organisatoriska aspekter relaterade till organisationskultur, ledarskapsstil, samarbetsformer osv. Det kan sägas att organisatoriska aspekter ibland är direkt involverade i interaktionen och ibland erbjuder en miljö, precis som det tekniska systemet.

Box 4 *Organisation (O) består av:*

- Formella aspekter, som mål, strategier, struktur, hierarki, administrativa system skriftliga instruktioner, uppföljningssystem,
- Informella aspekter, som organisationskultur, ledarskapsstil, samarbetsformer och informell arbetspraxis

1.4.4 Arbetsaktiviteten i centrum

MTO-modellen utgår från en identifierbar aktivitet som utgör kärnan i modellen. Den kan vara baserad på en enda standardiserad uppgift (t.ex. att montera en komponent), en enda svår uppgift (t.ex. felsöka en slutprodukt) eller en uppsättning relaterade uppgifter som kan avgränsas från omgivningen (t.ex. en sekvens av montage).

Arbete kan beskrivas som föreskrivet arbete eller utfört arbete på följande sätt:

- **Föreskrivet arbete** består av förutbestämda förhållanden och förväntade resultat, dvs uppgifter. Uppgifter kan definieras som beskrivningen av vad arbetsgivaren föreskriver att operatören ska göra.

- **Utfört arbete** består av verkliga förhållanden och faktiska resultat, dvs. arbetsaktiviteter. Arbetsaktivitet är en strategi för anpassning till den verkliga arbetssituationen – det fysiska resultatet av uppgiften.

Föreskrivna uppgifter kan ses som standardiserat arbetssätt. Det faktiska resultatet måste vara fullgott produktmässigt sett men resultatet i ansträngning beror på faktiska omständigheter, t.ex. operatör, dagsform, tillgänglighet, grupsammansättning, arbetsledning, status på den tekniska utrustningen, osv.

Box 5 Aktiviteten är det som avgör resultatet av hur en uppgift genomförs

En arbetsaktivitet är det sätt på vilket en uppgift utförs. De föreskrivna uppgifterna och de förväntade resultaten är dock ofta inte detsamma som de verkliga förutsättningarna och de faktiska resultaten eftersom det är hur uppgiften genomförs, dvs. aktiviteten i realtid som avgör det faktiska resultatet.

Ofta finns det behov att förstå hur en rad sammanhängande aktiviteter bidrar till att forma en process. Det kan t.ex. handla om en monteringsprocess med flera seriella eller parallella aktiviteter, en process som kräver omfattande samarbete eller kommunikation mellan olika medarbetare, enheter eller avdelning. Då är det bra att göra en kartläggning av sambandet mellan olika aktiviteter och flöden i processen.

Det är genom att definiera det sammanhang där en **aktivitet** utförs som aktiviteten kan förstås. Att se hur organisationen fungerar utifrån ett aktivitetsperspektiv innebär att det vid rekonfiguration av ett tekniskt system samtidigt fordras en kontroll av organisatoriska strukturer och nya *förutsättningar* för operatören givet den nya tekniken så att *resultatet* blir minst lika bra med den nya konfigurationen. Detta illustreras schematiskt i figur 2.

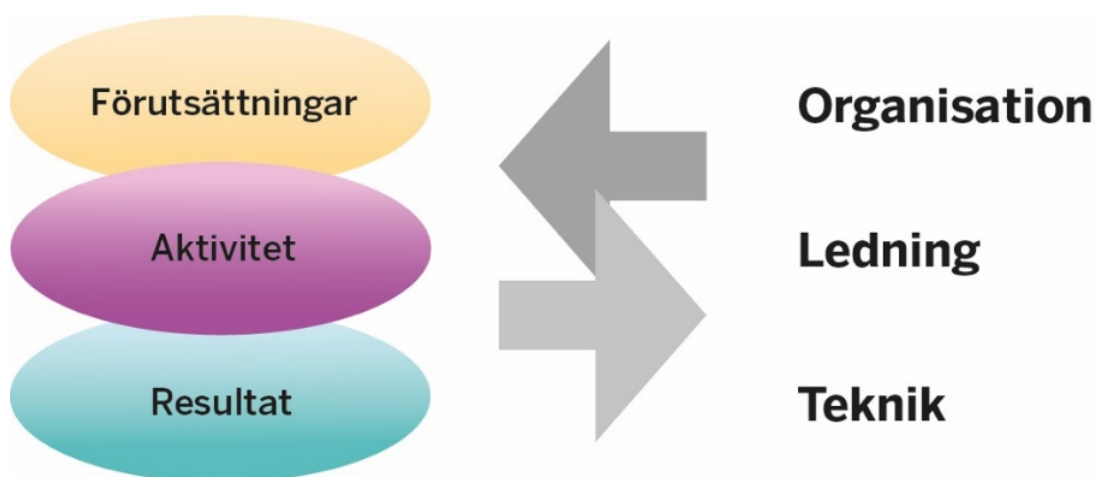


Fig 2. En schematisk figur som visar hur en organisation kan betraktas utifrån ett aktivitetsperspektiv

Ett agilt arbetssätt förutsätter anpassning som kräver förändring i hur människorna (M) agerar på olika nivåer i verksamheten. Hur medarbetarna genomför sina uppgifter påverkas av det sammanhang där arbetet och olika aktiviteter utförs. Därför är det viktigt att förändra olika delar i arbetssystemet (T och O) så att de påverkar medarbetarnas arbete i rätt riktning givet målbilden. Här är utgångspunkten MTO-modellen när det gäller att skapa förutsättningar för aktiviteter som ger ett önskat resultat (fig. 2). MTO-modellen och aktivitetsperspektivet kan användas för att kartlägga störningar eller planering av förändringar i produktionen för att olika samband ska bli tydligare och ge vägledning i hur ett problem ska lösas alternativt hur olika delsystem kan planeras för att samverka så bra som möjligt. Följande kartläggningsövning är ett exempel på hur det kan göras.

Kartläggningsövning av störningar alternativt planering av förändringar i produktionen med hjälp av MTO-modellen och aktivitetsperspektivet

1. Ta fram ett stort papper (minst A3 format) och tuschpennor i olika färger.
2. Utgå från ett specifikt ”problem” ni vill lösa, t.ex. ett arbetsmoment som inte fungerar så bra, problem med bemanningsplanering, alternativt en planerad förändring som t.ex. rekonfigurering av det tekniska systemet, införande av ett nytt mjukvarusystem, osv.
3. Ringa in och beskriv problemet mitt på pappersarket.
4. Gör en kartläggning av aktiviteter, funktioner och flöden som är inbegripna i uppkomsten av problemet genom att rita in nya ringar efter hand och gör pilar som visar hur de kopplar till varandra.
5. Numrera gärna pilarna i den ordningsföljd ni bedömer att de olika momenten kopplar till varandra (det kan bli många pilar fram och tillbaka).
6. Diskutera förbättringsförslag utifrån ett helhetsperspektiv, dvs. fundera över samspel mellan Människa-Teknik-Organisation i olika delsystem utifrån aktiviteter och interaktioner (jfr fig 1).

Följande checklista kan vara till hjälp i analysen:

- Struktur i arbetsaktiviteter, rutiner, arbetsfördelning, arbetsroller, kommunikation osv.
- Administrativa system som t.ex. affärssystem, ERP och koordination mellan funktioner
- Ledarskapsstil och dess inverkan på arbetssätt, arbetskultur, processer osv.
- Samarbetsformer, t.ex. hur teamarbete, kommunikation, problemlösning, beslutsfattande konfliktlösning inverkar
- Arbetsprocesser/praxis som påverkar olika aktiviteter och resultat
- Tekniska system, t.ex. funktion av informations- och styrsystem, underhållssystem
- Maskiner och verktyg, deras funktionalitet och underhåll
- Kompetens, inverkan av skicklighet, träning, utbildning hos medarbetarna

- Fysisk utformning av arbetsplatsen, om den kan ha inverkat i sammanhanget
- Mänskliga förutsättningar och förmågor, om det finns brister i hur hänsyn tagits dessa

Ett exempel på hur en skiss kan se ut beskrivs i figur 3.

Stopp i produktionen pga. problem vid montering av produkt

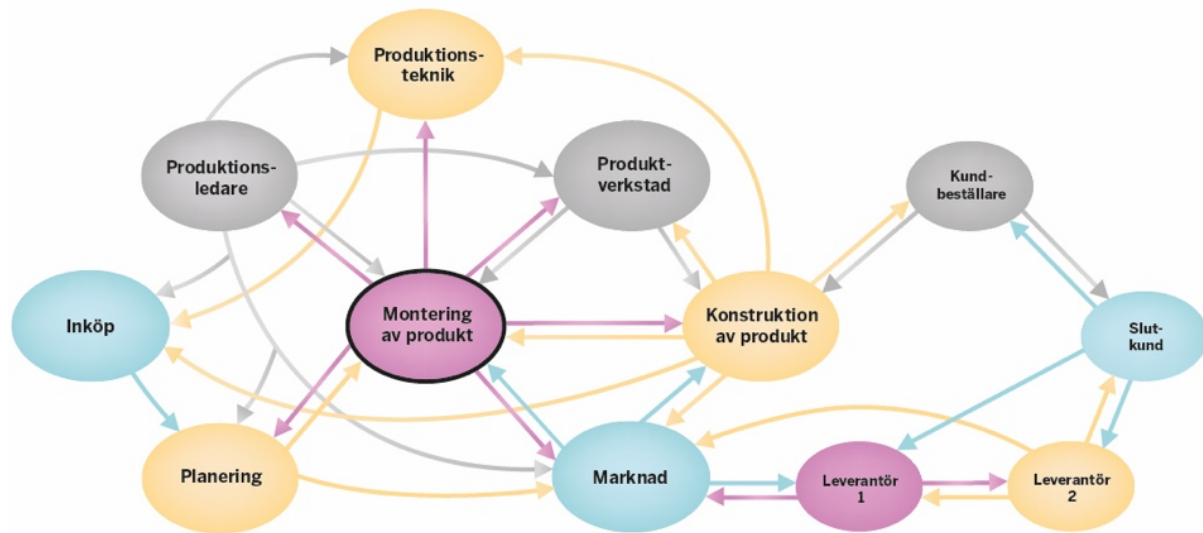


Fig 3. Exempel på hur en skiss med kartläggning av en störning kan se ut för att utforska interaktioner mellan aktiviteter och funktioner för att bättre kunna åtgärda ett problem.

1.4.5 Interaktioner mellan delsystemen M-T-O

Det är viktigt att inse att en helhetssyn inte uppnås bara genom en förståelse av de involverade delsystemen M, T och O, utan också genom deras samverkan i olika aktiviteter. En systemsyn innebär att någon är tränad i att se helheten såväl som delarna och hur interaktion mellan delarna skapar helheten. Helheten skapas alltså av både delarna och samverkan mellan delarna och förändring i ett delsystem kommer med nödvändighet att påverka hela systemet på ett eller annat sätt.

Exempel: En orkester som spelar ett musikstycke kan användas som metafor för att beskriva dessa relationer. För att uppnå ett bra resultat krävs att de enskilda musikerna behärskar sina olika instrument kognitivt och fysiskt och de måste också behärska sin individuella del i det specifika musikstycket. Orkestern uppträder i en viss fysisk miljö – en konsertsal – som skapar speciella förutsättningar för föreställningen, såsom akustik, ventilation, ljus och placering i förhållande till andra musiker och dirigenten. Instrumenten måste vara av god teknisk kvalitet och väl underhållna. Annan utrustning som stolar, noterna och deras placering påverkar också prestandan. Varje musiker kan vara mycket professionell när det gäller sitt eget instrument och sin del i framförandet, men såvida inte dessa kan integreras i en helhet genom dirigentens förmåga

att regissera delarna kommer musiken inte att bli njutbar. Detta kräver att alla musiker kan se och ha en bra kontakt med dirigenten som koordinerar delarna till en helhet. När dirigenten uppfattar något fel i interaktionen eller tajmingen, justeras det tills interaktionen ger det önskade resultatet. *Det är kvaliteten på delarna och deras samordnade interaktion i en aktivitet som producerar helheten vars egna egenskaper är åtskilda från delarna, och publiken upplever musiken ur ett helhetsperspektiv.*

Box 6 Interaktion/samverkan

En avgörande faktor i MTO-modellen är fokus på samspelet mellan delsystemen, Människa (M), Teknik (T) och Organisation (O) såväl som på delsystemen i sig.

För att summera MTO-modellen är det viktigt att förstå att den utgår från ett aktivitetsfokus som inbegriper:

- både ett system- och ett individperspektiv (systemeffektivitet och mänskligt välbefinnande där det ena förutsätter det andra),
- ett behov av att betona människan med förmågor, egenskaper och brister,
- ett helhetsperspektiv och ett systematiskt sätt att betrakta arbete och organisationer för att öka prestanda och hållbarhet.

1.4.6 Exempel på tillämpning av MTO i praktiken

I rapporten “HTO – A Concept of Humans, Technology and Organisation in Interaction” som nås via följande [länk](#)¹, presenteras fyra olika verklighetsbaserade exempel på hur MTO-modellen har tillämpats i praktiken. Exempelen beskriver hur modellen kan användas för 1) att designa produkter, 2) för att förstå komplexa arbeten, 3) för att förbättra produktivitet och hälsa och 4) för att utreda orsaker kring olyckor och tillbud.

1.5 Förändringsledning och innovation

Förändring och innovation hör ihop då all innovation inbegriper hur förändringar leds och implementeras. Det här avsnittet ger vägledning till framgångsrikt förändringsarbete. Innovation inbegriper oftast införande av ny teknik som ställer nya krav på medarbetarnas förmågor att hantera den och ofta även förändringar i sättet att organisera arbetet.

Att hantera förändringar och skapa innovation är en ständig process som bör inkludera hela företaget och alla dess funktioner. Det finns inget företag som har råd med att inte involvera alla i företaget på denna resa utan alla måste bidra i processen och vara med och utveckla

¹ <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-171512>

företaget framåt. I många företag är det dock fortsatt ett fåtal som står för det som kallas ”innovation” eftersom det inte upplevs beröra och inkludera alla. Ett första steg för många företag blir därför att tillse att innovation och nytänkande blir en del av företagskulturen, som skapar förutsättningar för delaktighet som inkluderar alla. Ett inkluderande ledarskap och en hög tilltro till medarbetarnas förmåga är centralt för att lyckas. Det krävs ett medvetet och kontinuerligt arbete för att utveckla en företagskultur där innovativt tänkande blir en del av det dagliga arbetet.

Tyvärr är det många som fortfarande ser en innovation som en unik teknisk lösning, men det kan lika väl vara den innovativa förmågan att utveckla processer, arbetssätt, eller att attrahera nya kunder. Ett bredare synsätt än rent tekniska innovationer är att föredra. På samma sätt som kvalitet gått från att vara några få personers ansvar, till att beröra alla och vara allas ansvar i det dagliga arbetet genomgår nu den innovativa förmågan en liknande resa.

Ett förlegat synsätt är att de som släcker bränder och finner innovativa tekniska lösningar i ett sent skede är hjältar. Detta bör ersättas av ett synsätt där de som i ett tidigt skede tillser att meningslösa aktiviteter inte genomförs och att alla är fokuserade på värdeskapande, vilket är minst lika innovativt och dessutom mer långsiktigt bättre sätt att jobba. Den nya ISO-standarden (ISO 56002:2019) beskriver detta synsätt bra genom ett helhetsperspektiv som inkluderar hela företaget, men även genom att viss struktur behövs för att jobba innovativt.

Några saker som är viktiga att tänka på för att få framgång i ett förändringsarbete är följande aspekter och principer:

- Starta en dialog om förändringen med medarbetarna på alla nivåer i organisationen för att förebygga förändringsmotstånd och skapa en gemensam förståelse för förändringen.
- Skapa förutsättningar för medarbetarna att tidigt vara delaktiga i planeringen av en förändring och hur införandet ska genomföras eftersom de då lättare tar den till sig genom att de känner att de själva ”äger” förändringen.
- Försäkra er om att förändringen får en positiv effekt på medarbetarna såväl som på organisationen i sin helhet.

Beroende på vilken roll en person har i företaget varierar inställningen till innovation och förändring. Det är viktigt att vara medveten om de olika rollerna i förändringsprocessen och hur medarbetarna vanligtvis ser på förändringar och således även lära sig hantera de olika rollerna, se figur 4. Olika roller som kan driva, stödja eller hindra förändring:

- **Initiativtagare** – uppmärksammar behovet av en förändring och drar igång förändringen samt säkrar att det blir ett beslut och en intern order, från t.ex. produktions-chef, vd, etc.
- **Förändringsägare** – har det legitima ägarskapet av förändringen och uppdraget att genomföra den, t.ex. platschef

- **Sponsorer** – är inte direkt berörda eller aktiva i projektet men stödjer det, t.ex. underleverantörer
- **Blockerare** – försöker hindra förändringen av olika anledningar, t.ex. en medarbetare som inte vill genomgå träning för att utföra arbetet på ett annat sätt
- **Övertalare** – övertygar andra om att ett underliggande problem verkligen måste lösas, t.ex. avdelningschef som behöver övertyga medarbetare att lära sig nya saker
- **Medarbetare** – vars verksamhet påverkas direkt av det underliggande problemet och, eller förändringsprojektets resultat, t.ex. första linjens chefer eller planerare
- **Lösningssbyggare** – utför specifika uppgifter som t.ex. mjukvaruprogrammerare
- **Dokumenterare** – rapporterar om t.ex. problem, kvalitetskrav, beslut och designlösningar t.ex. projektadministratör

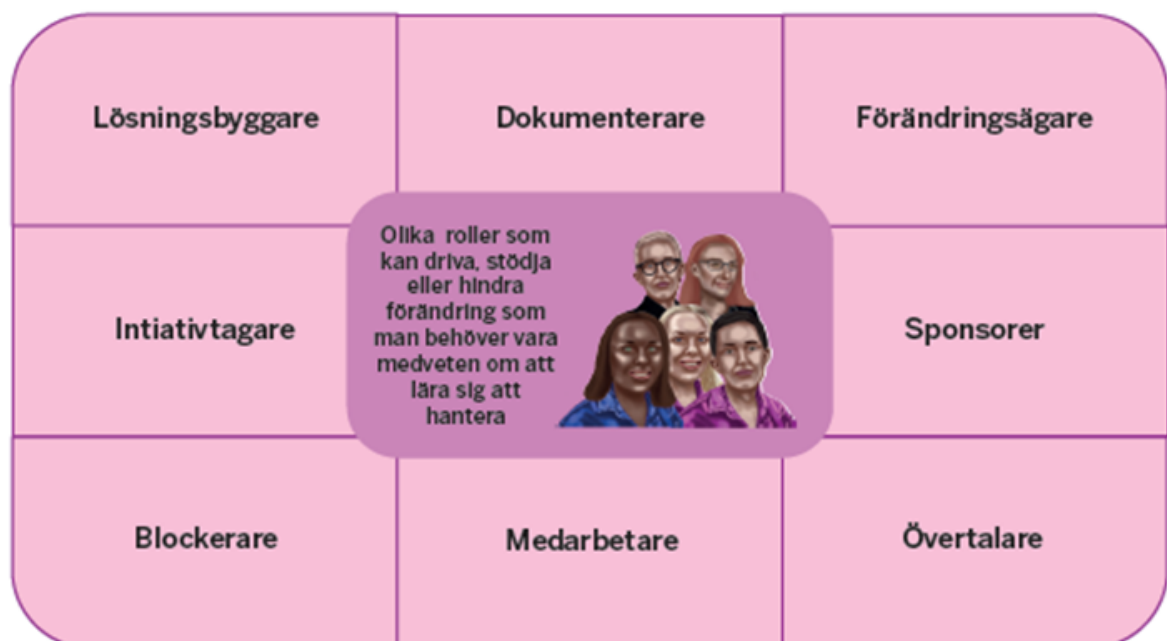


Fig 4. Olika roller som kan driva, stödja eller hindra förändring

Box 7 Samverkan och konflikt mellan intressenter i förändring

Att bedriva förbättringsarbete kan ofta vara känsligt, eftersom det utförs i gränssnittet mellan många intressen, representerade av olika personer med specifika uppgifter att utföra i organisationen. Vissa intressenter kan ibland ta på sig flera roller samtidigt och då kan det finnas risk för intressekonflikter för en och samma intressen vilket kan komplicera beslutsfattande och implementering av lösningar. För att säkerställa en effektiv förändringsprocess är det därför viktigt att säkerställa engagemang från olika intressenter.

Det finns flera andra principer/steg som är viktiga för framgångsrikt förändringsarbete vilket illustreras i figur 5 nedan. Dessa är:

- **Helhetsperspektiv:** Ett framgångsrikt förändringsarbete kräver ett helhetsperspektiv. Detta innebär också att man behöver ta hänsyn till sådana som företagskultur, ledningsstil, dialog/kommunikation och samspel (interaktion) mellan avdelningar och olika nivåer i organisationen.
- **Förberedelse:** Gå igenom organisationens förhållanden internt såväl som externt så att företaget är redo för förändringen. Det gäller struktur, kultur, arbetsflöde, policys, förfaranden, interna intressentkrav såväl som interna och extra organisatoriska gränser. Genom en god förberedelse kan skillnader mellan avdelningar och enheter identifieras inom organisationen liksom krav från externa intressenter tydliggöras.
- **Ledarskap:** Sätt samman ett team av kunniga och inspirerande medarbetare som leds av en dynamisk förändringsledare. Ge stöd åt ledare på olika nivåer i organisationen så att de kan engagera sina medarbetare i införandet av förändringen.
- **Hantering av det oväntade så väl som det väntade:** Att planera i förväg och utveckla en gemensam förståelse för förändringen är viktigt men att också vara redo att hantera oväntade händelser och störningar är en del av att göra förändringen långsiktigt hållbar.
- **Sälj in förändringen och förbered för motstånd:** Forskning visar att om medarbetarna får bra förutsättningar att vara delaktiga i förändringsarbete så bli även resultatet av förändringen bättre. Medarbetarna behöver kunna se att förändringen på sikt har en positiv inverkan på deras arbete. Var öppen och transparent genom att kommunicera både positiva och negativa aspekter av förändringen genom möjliga kanaler.
- **Stöd, utrymme och resurser:** Se till att medarbetarna får tillräckligt med information, stöd, utrymme och övriga resurser som krävs för att vara delaktiga i förändringen. Hållbarheten i förändring på lång sikt kräver fortlöpande utvärdering och uppdatering.



Fig 5. Viktiga principer/steg för framgångsrikt förändringsarbete.

Innovation handlar inte bara om teknisk förändring. Det förutsätter även integrering av organisatoriska förändringar för att anpassa formella såväl som informella organisatoriska tillvägagångssätt till nya förutsättningar vilket utvecklas i kapitel 1.4.

2 Det agila projektet

Syftet med kapitlet är att presentera hur ett agilt produktionsutvecklingsprojekt, dvs. en planerad förändring av produktionssystemet på bästa sätt initieras och genomförs.

Vid mer komplexa projekt med hög osäkerhet är den agila metodiken lämplig. Det är stor skillnad på att revidera och förbättra ett existerande produktionssystem, det som ofta kallas ständiga förbättringar, jämfört med att göra större uppgraderingar av produktionssystem eller att sätta upp ett helt nytt produktionssystem för nya produkter som inte tillverkats tidigare. I kapitel 3 presenteras hur själva produktionssystemet utformas.

Med ett komplext projekt avses att det finns osäkerhet i kravbilden, som även kan vara i konflikt med varandra. Det kan även vara så att det inte finns en enkel lösning för att möta kravbilden utan flera alternativ finns tillgängliga. Då krävs en omfattande jämförelse och utvärdering för att finna det mest lämpliga alternativet. I figur 6 beskrivs projekt av olika osäkerhetsgrad kopplat till typ av projektmetod. I nedre vänstra hörnet finns enklare eller lätt komplicerade projekt där osäkerheten är lägre och här lämpar sig traditionella metoder väl. Exempel på en traditionell metod är vattenfallsmodellen, där processen och förbättringarna rör sig linjärt framåt i en riktning. Ökar osäkerheten och projektet blir mer komplext lämpar sig agila metoder bättre. I de fall där projektet anses vara väldigt osäkert och mer kaosartat är det bättre att börja med en förstudie med målet att landa i ett komplext projekt.

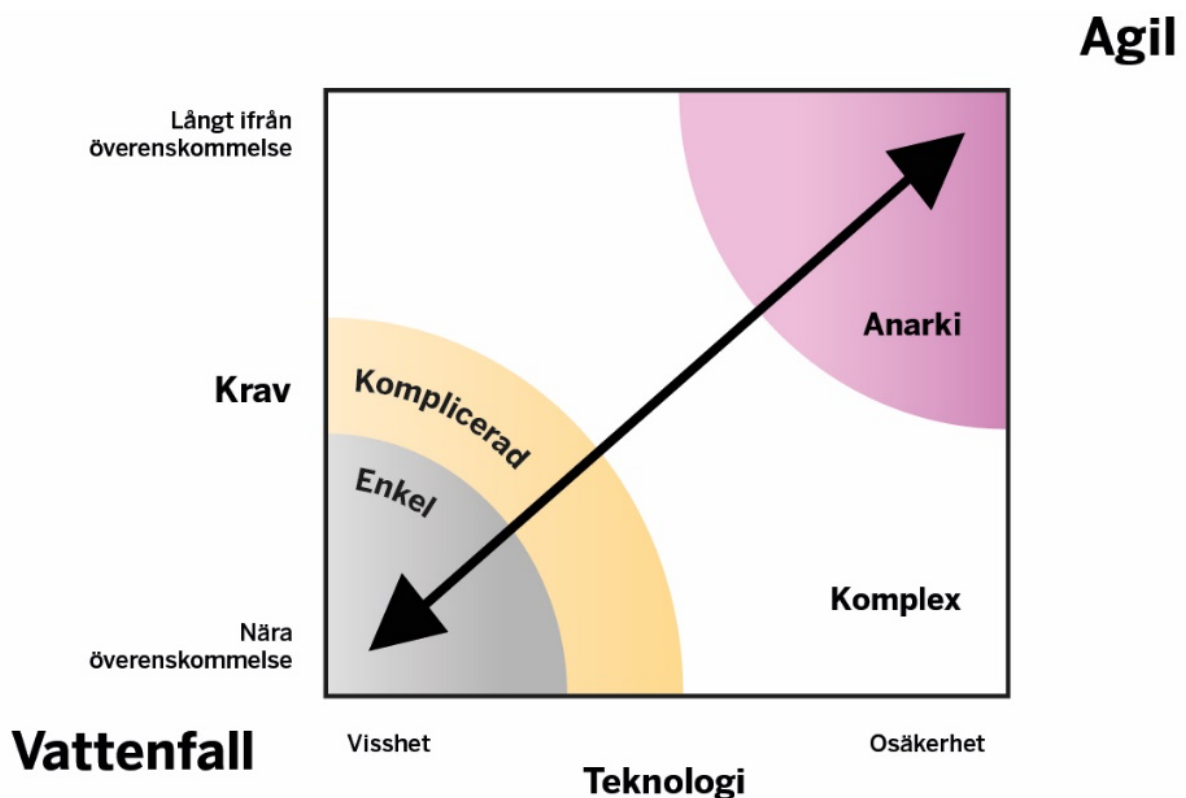


Fig 6. Osäkerhetsgrad kopplat till projekttyp

I de avsnitt som följer presenteras vägledning och support för projektets alla faser, från projektstart och planering till införande och överlämning av projektresultaten, med syfte att säkra att projektmålen uppfyllts och att projektet kan avslutas.

Några viktiga faktorer som karaktäriserar det agila projektet för produktionsutveckling är:

- **Involvera slutanvändaren tidigt:** Finns inte slutanvändare är det produktchefen som bär slutanvändarens budskap.
- **Grundfunktionalitet:** Bestäms tidigt för produktionssystem, som sedan utvecklas vidare.
- **Fungerande produktionssystem:** Prioriteras före väldigt omfattande dokumentation.
- **”Bottom-up”:** Planering genomförs av teamet. Teamet är de som driver utvecklingen av projektet.
- **Innovation:** Förutsätter hög delaktighet i teamet och ett inkluderande ledarskap. Alla har tillgång till information och transparens och allas synpunkter tillåts komma fram.
- **Mätningar:** Görs av teamets resultat, inte individernas.
- **Decentraliserat beslutsfattande:** Teamet fattar beslut med gemensamma kunskaper.
- **En agil organisationskultur:** Stödjer samverkan, experimenterande och lärandet i teamet.
- **Få projekt:** Med hög takt i genomförandet.
- **Detaljplanera:** Bara i närtid (sprint) samt en leveransplan innehållande milstolpar för helheten.
- **Kommunicera:** Genom samtal och möten, helst genom direktkontakt (fysiska möten / telefonsamtal).
- **Reflektion:** Är en del av processen och lärandet.

2.1 Agil projektorganisation och samverkan

Den agila projektmetoden inkluderar organisering som innefattar tvärfunktionella team som dedikerat arbetar tillsammans med projektet. Upplägget karakteriseras av fysisk närvaro, en lärande teamorganisation och förmåga att ta till sig nya perspektiv och kunskaper.

Bakgrunden till att en agil metod valts och är effektivt i komplexa projektmiljöer är att aktiviteter som har ett ömsesidigt beroende kräver ett integrerat arbetssätt där arbetet sker tillsammans inom teamet. Att koordinera separata aktiviteter skulle vara för tidskrävande och generera stora mängder omarbetning. Med en agil projektmetod kan komplexa projekt hanteras vilket ställer stora krav på projektorganisationen och på en effektiv samverkan mellan projektmedlemmar.

Genom ett agilt arbetssätt finns förutsättningar för en hög grad av lärande genom att arbetsaktiviteter genomförs av tvärfunktionella team där teamet tillsammans skapar en stor andel gemensam kunskap. I det teamet som arbetar enligt en agil metod har alla en roll att bidra till att förmedla kunskaper och lära. Den gemensamma kunskapen ökar möjligheten till effektiv kommunikation och att tillsammans fatta decentraliserade beslut i projektgruppen. Detta utgör även en kritisk bas för att öka den innovativa förmågan. Det är viktigt att projektgruppen har möjlighet att sitta tillsammans en stor andel av projekttiden i teamet. Initialt har deltagarna i en grupp ofta olika uppfattningar och definitioner av liknande begrepp, baserat på tidigare erfarenheter och andra sammanhang. Det kan då vara tidskrävande att etablera en fungerande kommunikation och bli effektiv samt att börja bygga gemensam kunskap. Ett distribuerat arbetssätt, där projektgruppen inte sitter tillsammans, anses för detta ändamål väldigt ineffektivt utan fysisk kommunikation är att eftersträva.

Att bygga en agil kultur i projektteamet är viktigt, men tar tid eftersom det bygger på ett inkluderande ledarskap som tillser att alla är involverade. Experimentering och lärande i gruppen är centralt och begreppet ”att göra fel” finns inte. Det är gruppens totala förmåga och insatser som är av intresse och det är gruppens prestation som mäts och inte enskilda individers. Det brukar då komma argument för att gruppens prestationer måste vara mätbara, men det är inte så agila projektkulturen byggs utan det handlar om att gruppen vill nå målen tillsammans med var och ens förmågor.

En agil projektkultur bygger på högt engagemang och delaktighet, där alla är lika viktiga för att tänka nytt och vara innovativa. Finns det personer som inte känner att de kan bidra i olika gemensamma övningar och ”brainstorming”-aktiviteter beror detta ofta på en oförmåga eller ovilja att ta till sig ny kunskap. Det blir då en viktig uppgift i projektet att engagera dessa personer och hjälpa dem att bidra på ett mer proaktivt sätt.

Det agila arbetssättet bygger på ett dedikerat projektteam och att undvika att personer växlar sitt engagemang mellan olika projekt. Fokus ligger på att en hög andel av tiden läggs på värdeskapande i det aktuella projektet, men att även reflektion och lärande prioriteras. Ska någon person bytas ut görs detta mellan sprintar eller vid en milstolpe, inte i pågående aktivitet. Det finns ingen chef som kommer in och beslutar åt gruppen, utan beslutskraften ligger i gruppen som har den samlade kunskapen och därmed de bästa förutsättningarna att ta ett beslut med hög kvalitet.

Box 8 Rollerna i ett agilt projekt

Styrgrupp/Beställare – Även i det agila arbetssättet finns någon som är motpart och beställare av projektet.

Projektgrupp – Inom ramen av den agila metoden brukar en projektgrupp bestå av ett team, en produktchef samt vanligtvis en s.k. scrum master.

Systemägare/Produktchef – Är den i projektet som bär slutanvändarens röst. En direkt kommunikation med slutanvändare, så som fysiska möten eller telefonsamtal, är att föredra.

Team – Är arbetsgruppen som består av en blandning med specialister och generalister lämpliga för uppdraget, där man växlar för vem som tar ledning för olika frågor och som har slutansvaret. Det är teamet som genomför projektet och driver det framåt.

Scrum Master – Är inte en motsvarighet till projektledare, utan mer någon som vägleder och skapar riktning för gruppen och för processen, samt tillser att arbetsgruppen har ett bra klimat och kan arbeta effektivt.

2.2 Projekt inom produktionsutveckling

Följande avsnitt bearbetar de aspekter som är väsentliga att ta hänsyn till tidigt i agila projekt inom produktionsutveckling. Genom att bearbeta dessa punkter som beskrivs i avsnittet kan projektet frontmatas och eventuella problem hanteras.

Projekt med högre grad av osäkerhet är ofta mer lämpade för en agil modell medan den s.k. vattenfallsmodellen passar bättre i projekt med mindre osäkerhet. Det finns dock inget som säger att det inte går att kombinera dessa metoder för att driva projekt. Det är även viktigt att poängtera att de flesta företag har ett kvalitetssystem och följer grindmodeller (Stage/Gate) för projektgenomförande, vilket alla projekt på företaget behöver anpassas till. Är det ett projekt med ny teknik där det inte är helt klargjort hur produkten ska tillverkas är det ofta lämpligt att starta projektet med en agil projektmodell. Det går oftast i ett senare skede att vid behov växla över till vattenfallsmodellen. En första viktig princip när en agil projektmetod används är att sätta samman ett projektteam som tillsammans sätter mål och skapar samsyn. Detta är kritiskt för ett effektivt genomförande (mer om projektroller och teamsammansättning i kapitel 2.2). Det är viktigt att tidigt fundera på hur projektet skall drivas och att involvera teamet i planeringsarbetet.

De övergripande målen, budget och tidsramarna för projektet är vanligen kända och definierade innan projektstart, tex i en ”intern projektbeställning”. Alternativt är utvecklingen av produktionsystemet en del i ett större utvecklingsprojekt. Projektbeställare i form av projektchef, produktionsdirektör, eller liknande bör även vara kända. Finns inte detta på plats bör den frågan lösas för att skapa förutsättningar att lyckas med projektet.

I detta första skede av projektet är det särskilt viktigt att lägga extra arbete på att:

- **formulera en tydlig gemensam målbild.** Ofta bedrivs projektet enligt principen ”så här brukar vi göra”, utan större reflektion kring vad det är som verkligen ska leverera. Därför är det viktigt att i ett tidigt skede gemensamt formulera och definiera en målbild som samtliga inblandade förstår.
- **ta god tid till att reflektera kring vilken metod som ska användas och hur det aktuella projektet borde genomföras.** Strategi för genomförande bör finnas på plats tidigt. Det finns annars en risk att viktiga aspekter förbises eller missas som att få med alla ombord och bygga ett bra team tidigt.
- **göra en tidig värdering om det är rimliga mål, omfattning, tidsramar, resurser, etc. för att leverera projektet.** Det är bra att tidigt flagga för om det finns oklarheter eller orimligheter. Det är inte ovanligt att det finns så många osäkerheter att det vore bättre att genomföra en förstudie, för att sedan besluta om att genomföra projektet.

När frågorna ovan är klargjorda, projektets förutsättningar definierade, beställare utsedd och det finns ett team på plats är det dags att planera projektet.

Ett första steg är att förstå vad kärnan i leveransen från projektet består av och vilka de kritiska intressenterna är. Har detta klargjorts är förutsättningarna goda för att få en bra projektstart. För att förstå kärnan och värdet av projektleveransen finns det två vägledande principer:

- **Förstå funktionaliteten:** Vad är det för processer som skapar värde och den förädling som någon vill betala för? Vanligen finns långa kravspecifikationer med omfattande krav och det är ofta svårt att få en tydlig bild om inte de grundläggande funktionerna lyfts fram. Se till att funktioner och alla de begränsande krav som finns hålls isär. Det hjälper till under projektets genomförande. Dessutom är många kravspecifikationer bristfälligt skrivna och flera krav växer fram under projektets gång, varför det hellre bör ses som en kravhanteringsprocess, som startar med funktionaliteten. Involvera slutanvändare i detta arbete.
- **Tänk effekt snarare än leverans:** Istället för att tänka ”vad som ska levereras” bör tankesättet vara ”vad som blir effekterna när projektresultatet implementeras”. Detta är ofta lite abstrakt och lite svårare, men det är mycket bättre att fokusera på effekterna än att bygga färdigt något till en viss tid. Är effekterna tydliga blir det lättare att motivera teamet och genomföra projektet. Är det svårt att visa på effekterna är det en indikation på att projektet är antingen för svagt eller dåligt definierat.

Det är viktigt att tidigt klargöra kritiska interna och externa intressenter. Med intressent avses alla de personer och organisationer som kan ha en påverkan på projektet i någon form. Vilka intressenter som finns och hur enkelt det är att definiera dem varierar mellan projekt, men denna fråga kan inte uteslutas. Antalet intressenter varierar och vissa projekt kan ha få intressenter. Några exempel följer nedan:

- **Mottagare av projektresultatet:** Oftast någon i linjebefattning. Det är viktigt att klargöra vem som blir ägare av projektresultatet. Finns inte det på plats är det bra att tidigt börja driva frågan.
- **Interna intressenter:** T.ex. kvalitet, inköp, produktionsteknik, och konstruktion.
- **Externa intressenter:** T.ex. myndigheter, kunder och leverantörer.

För att varje projektdeltagare ska kunna arbeta effektivt i projektet är det väsentligt att tidigt klargöra vilka frihetsgrader som finns. På så sätt blir arbetet mer inriktat på de frågor som kan göra skillnad. Vanligtvis är det mycket som redan är fastlagt och då handlar det om att leda och styra projektet i rätt riktning. Det är då viktigt att säkerställa att förmågan att kommunicera fungerar. Det är avgörande att lyckas etablera ett team som har ett bra och tätt samarbete som kan ta hand om förändringar och problem, kan planera/omplanera, säkra små steg mot slutleveransen/målen och säkra att alla jobbar med prioriterade frågor.

Nedan finns en checklista med aspekter som bör klargöras tidigt för att bespara projektet onödigt arbete i senare skeden och för att undvika omarbete. För mindre projekt är många delar inte tillämpbara, men det är en checklista så ta bara med det som skapar mervärde i det aktuella projektet. Dessa är användbara både inom ramen för ett agilt arbetssätt och inom modeller liknande vattenfall. Varje projekt är unikt och checklistan ger exempel på aspekter att beakta i ett tidigt skede.

- Avtal / “Design Brief” / Projektorder
- Förstå kontraktet
- Teamet, roller, flexibilitet
- Arbetets omfattning
- Mål och förväntade effekter
- Leverabler
- Budget
- Behov av förstudier
- Milstolpar, planeringsprinciper, “Base line”
- Rapportering
- Kommunikation
- Utvecklingsrapportering
- Dokumenthantering (verktyg, mallar, etc.)
- Koordination / Gränssnitt
- Kravhantering
- Förändringshantering
- Projektsponsor på plats
- QA / HSE
- Normer och regulatoriska krav
- Kritiska utmaningar
- Informationshantering

- DBs / Verktyg / etc.
- Mottagare av projektresultat
- Nyckelintressenter
- Agil eller Vattenfall
- Lärdomar
- Förväntningar och prioritering

2.3 Planering, styrning och genomförande av projekt

Det är ofta ett missförstånd att en agil projektmetod innebär mer arbete "ad-hoc", men så är inte fallet. Agilt planerande följer en övergripande struktur och det finns ett tydligt ramverk för hur detta ska gå till. Däremot görs inga detaljerade planer för en längre tidshorisont, då det finns för mycket osäkerheter. I detta kapitel introduceras och beskrivs det agila sättet att planera, styra samt genomföra ett projekt.

Den agila metoden för planering har fem steg, se figur 7 för visuell beskrivning;

- **Vision/Effektmål:** beskriver visionen och vad effekterna blir om projektresultat implementeras
- **Roadmap/Färdplan:** visualiserar den troliga sekvensen för ordningen för hur leveranserna tas fram i projektet. I nästa steg utvecklas den vidare till en leveransplan som även inkluderar måldatum.
- **Leveransplan:** inkluderar arbetet över 6-8 veckor, brukar vara bra att fokusera på aktiviteterna fram till "milstolpar". Denna brukar innehålla exakta tidsgränser samt viktiga datum för projektet.
- **Produkt backlogg:** är en lista med önskemål eller nyckelfunktioner på slutleveransen/systemet. Det är vanligt att denna backlogg skrivs i form av s.k. Användarhistorier (User stories). En användarhistoria används för att förtydliga vissa krav på ett enklare sätt för att sedan kunna prioritera dessa.
- **Sprint plan/backlogg:** avser detaljplanen i närtid, vanligen 1-4 veckor, anpassas till karaktären på projektet och möjligheten att ha rimliga leveranser i slutet av sprinten. Den innefattar de uppgifter som teamet bedömt att de kommer leverera i sprinten. Här är det viktigt att varje uppgift är tydligt definierad, både gällande vad som förväntas men också när och hur den anses vara färdig.
- **Daglig planering:** del av sprintplaneringen men uppdateras mer frekvent och följs upp i dagliga möten.
- **Time-boxing:** att prioriterade aktiviteter väljs i balans med de resurser som finns. Ett engagemang skapas i gruppen, då alla är med och enas om vad som skall göras.

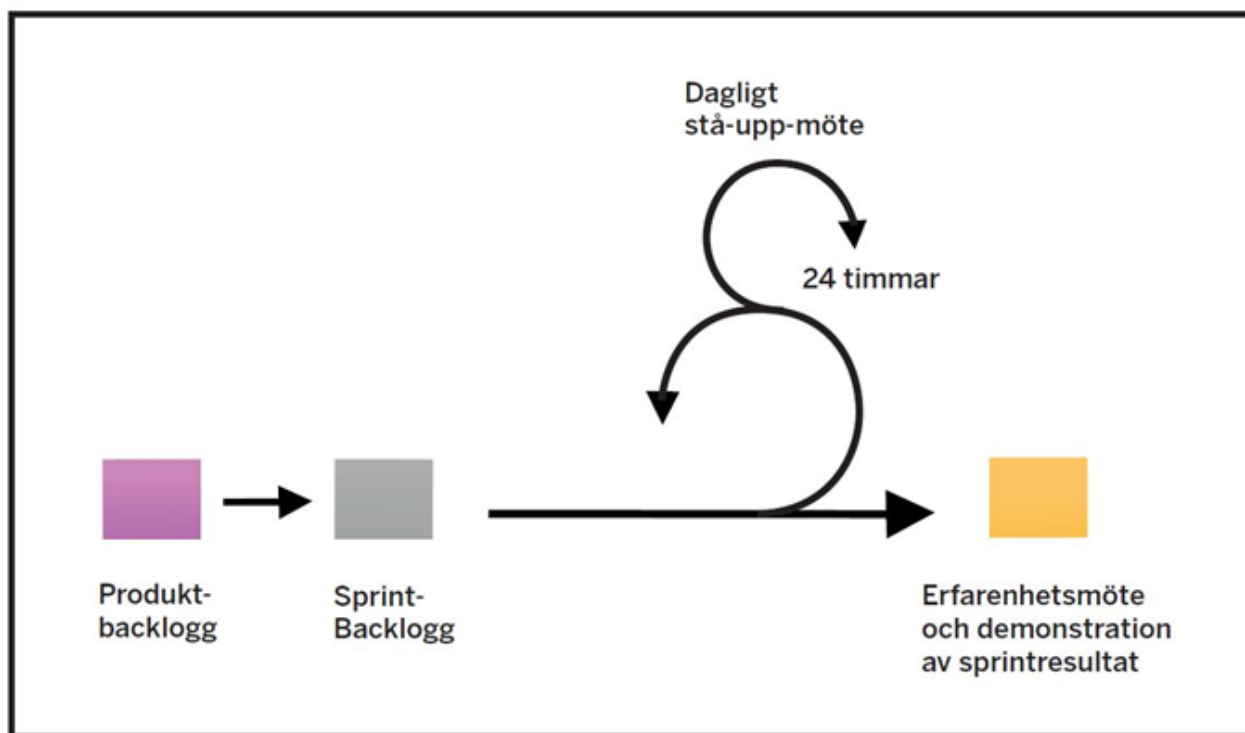


Fig 7. Övergripande beskrivning av den agila processen

Metoden kring det agila arbetssättet har utvecklats under många år, där många tidigt förutsåg fördelarna med att jobba tvärfunktionellt i en plattare organisation. Principen för att arbeta med ett agilt arbetssätt bygger på att involvera projektteamet genom att först etablera en gemensam målbild och tillse att målet eller leveransen är tydlig för att sedan överväga alternativa aktivitetsstrukturer som kontinuerligt revideras allt eftersom projektteamet lär sig. Här kan det vara hjälpsamt att använda sig av visuell planering.

Det är vanligt att en s.k. produkt-backlogg (här anses produkten vara ett produktionssystem) sedan upprättas, vilket är en lista på samtliga punkter/krav för utveckling som krävs för att nå den gemensamma målbilden. Denna backlogg är baserad på kundbehovet och blir som en kravlista på allt som kommer att behöva finnas med i produktionssystemet. Den kommer därmed även att styra utformningen och innehållet i sprintarna, och sprintarnas backlogg. Det blir då naturligt att kravlistan ansvaras, hanteras och uppdateras av produktchefen som är den person som har insikt i vad slutanvändaren/beställaren verkligen vill ha. Blir det långa iterativa loopar får det övervägas att försöka bryta dessa, genom att sätta sig in i vad det är som driver iterationerna. Det är ofta de långa iterativa looparna som försvårar arbetet om de agila principerna ska följas. Därför förespråkas planering som bara täcker in 2-6 veckor framåt i tiden, s.k. sprintar. De strikta tidsrestriktionerna på sprintarna som används inom agil projektmetod kallas för "time boxing" och de ska representera förutbestämda aktiviteter som teamet kan hinna med att göra under sprinten där teamet är med i processen och det blir ett "commitment" att genomföra det man enats om.

När projektet genomförs och arbetet i sprintarna fortgår, är det inom agila metoder väsentligt att visa var projektet befinner sig, detta för att processen ska vara så transparent som möjligt då genomförandet är under ständig förändring. En projekttavla som ger en visuell överblick över den aktuella sprinten är användbar. Tavlan brukar vanligtvis innehålla tre kolumner: icke påbörjat, påbörjat och färdigt. Kontinuerliga möten hjälper att hålla tavlan uppdaterad och aktuell. I figur 8 presenteras ett generellt ramverk för planering, styrning och genomförande av projekt.

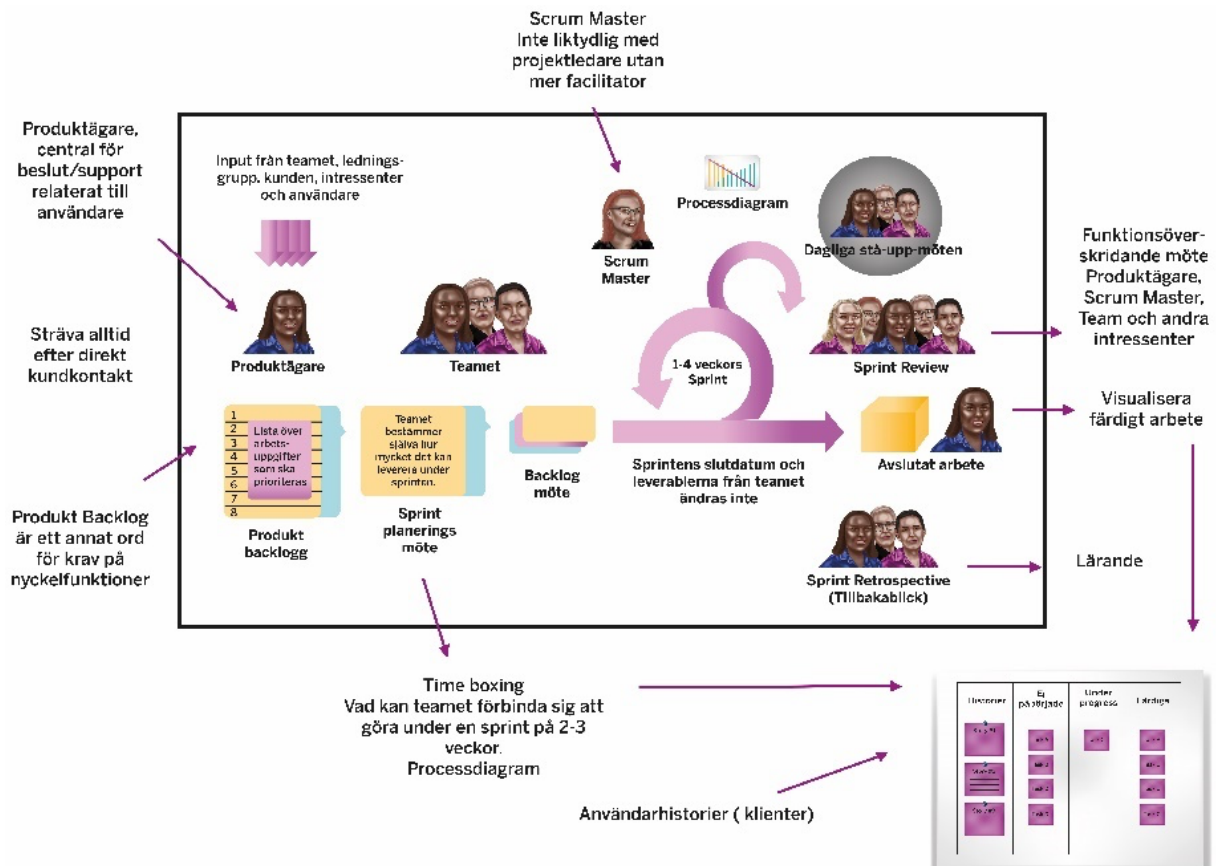


Fig 8. Generellt ramverk för planering, styrning och genomförande av agila projekt

2.4 Projekttavslut och uppföljning

Det som karakteriserar ett projekttavslut är när projektets mål är helt uppfyllda. I detta avsnitt presenteras först hur ett sprintavslut går till och hur en sprint bedöms vara färdig, då detta är avslut på ett eller flera delresultat av projektet. Sedan presenteras hur ett projekttavslut brukar gå till inom ramen för det agila arbetssättet, där projektets samtliga mål är helt uppfyllda.

Eftersom ett agilt projekt är uppbyggt av sprintar där varje sprintresultat stäms av mot beställaren, brukar det vara enklare och kräva mindre arbetstid för att avsluta jämfört med traditionella projektmetoder. I traditionella projektmetoder stäms samtliga resultat av endast på slutet vilket kan medföra fler överraskningar och sena förändringar av resultatet som därigenom fördröjer projektets avslut. Detta innebär ofta att arbetsbelastningen ökar mot slutet av projektet, vilket

illustreras i figur 9. Agila projekt strävar däremot efter en jämn arbetsbelastning under hela projektet, vilket de kontinuerliga sprint-avstämningarna och avsluten bidrar till.

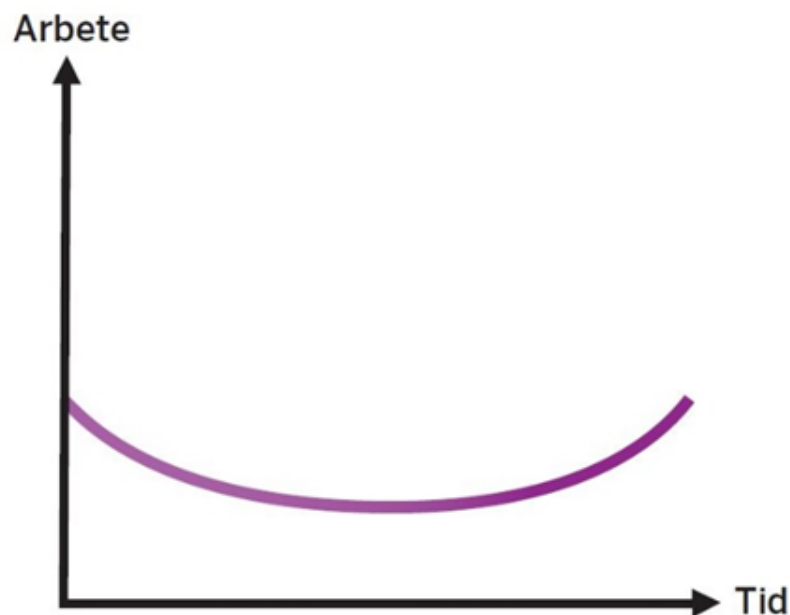


Fig 9. Arbetsbelastning över tid i traditionella projektmetoder

2.4.1 Sprintavslut

Det kan vara svårt att avgöra när en sprint är redo att avslutas, stängas och ibland även överlämnas. Ofta kan flera delar av utvecklingen samt olika funktioner anses vara klara utan att de faktiskt har kvalitetstestats, vilket kan medföra svåröversägbara kostnader. Definitionen av att "vara klar" kan därmed tolkas olika av olika parter. Därför är det viktigt att ha tydliga kriterier för när en sprint är klar, dvs. vad som behöver göras innan arbetet med nästa sprint kan påbörjas. Det är väsentligt att lösningar alltid stäms av mot beställaren. Följande steg inom sprinten kan hjälpa med att säkerställa detta:

- Uppgifterna är registrerade och implementerade
- Levererat - Uppgifterna är lösta
- Produktchefen anser att leveranserna motsvarar det sprinten ämnade att leverera
- Innehållet i sprinten är väl dokumenterat
- Resultatet/Leveranserna är testade och godkända

I slutet av en sprint anordnas en så kallad "sprint-review". Här diskuteras vad som gjorts/inte gjorts under sprinten i förhållande till sprint back-log och hur det i sin tur påverkar nästa sprint. En sprint backlog är ett dokument som är kopplat till sprintplaneringen som visar vilka framsteg som gjorts under sprinten men också vilka problem som uppkommit och när de ägt rum. Här kan det vara bra att inkludera övriga intressenter och parter som får möjlighet till att påverka planeringen av nästa sprint. Sprintresultaten bör även presenteras för intressenterna (samtliga

bör bli inbjudna), där teamet visar leverablerna i en kort demonstration. Därefter kan det vara bra att göra en ”sprint-retrospective” där hela projektgruppen (scrum master, teamet och produktchefen) samlas och utvärderar sprinten. De utvärderar arbetssätt, verktyg, relationer och samverkan mm. Dessa utvärderingsmöten tenderar att hamna i skymundan, men är oerhört viktiga för att utveckla kvaliteten på framtida sprintar.

Exempel på scenario kring beslut och problemhantering i agila projekt: Det finns 10 mål som är åtaganden inom sprinten som i sin tur har blivit uppdelade i 30 mindre uppgifter som måste avslutas för att uppnå målen. När det är två veckor kvar av sprinten (sprintens totala tid är 3 veckor) är vi klara med 7 mål, men flera fel har identifierats i systemet som gör att sprintens slutresultat inte kommer att vara användbart. Av problemen är det speciellt ett som är kritiskt för systemets funktion, med två s.k. ”skönhetsfel” som innefattar fel färg på en icke synlig detalj och en liten delkomponent som har fel material. Enligt vattenfalls-modellen skulle det vara logiskt att fortsätta arbeta med de resterande tre målen direkt och på så sätt förbise problemen i nuläget för att skjuta dem framför sig. Dock finns en hög risk att projektresultatet påverkas negativt och att projektet drar ut på tiden. Det är ofta beslut likt dessa som gör att många projekt aldrig tycks bli klara, utan de bara drar ut på tiden om och om igen för att i slutändan ha överskridit den ursprungliga tidsplanen avsevärt. Inom ramen för en agil projektmetod förespråkas resultat/delresultat som är 100% klara. Men samtidigt är det inte helt logiskt att stanna hela utvecklingen för två skönhetsfel. Den agila projektmetoden säger också att vi ska ta itu med det mest kritiska först. Här är det projektbeställaren som fattar det slutliga beslutet.

2.4.2 Projektavslut

När ett projekt avslutas genomgår projektet vanligtvis två moment; projektöverlämning samt efterarbete.

- **Projektöverlämning:** Överlämning av projektresultat till brukaren/ beställaren; Ansvar för projektet övergår till annan part

För att kunna lämna över till beställaren krävs ett accepterande för överlämning från beställaren innan överlämningen sker. Slutresultatet testas även av teamet och måste säkerställas som fel-fritt. Om problem uppkommer måste dessa åtgärdas innan överlämning. Ofta finns det alltid mindre förändringar som behöver göras innan beställaren känner sig helt nöjd. Därför brukar den sista sprinten i ett projekt karaktäriseras som en ”ihopsopning” där alla lösa trådar åtgärdas så att projektet kan stängas.

- **Efterarbete: Återlämnande av material och resurser, slutdokumentation och lärdomar**

Här brukar teammedlemmar förflyttas tillbaka till moderorganisationen eller till nya projekt. Även en stor del slutdokumentationen sker vanligtvis i detta skede såsom användardokumentation och driftsdokumentation. Det är produktchefens ansvar att se till att avsluta projektet och föra vidare kunskap om projektet inom organisationen.

Ett ordentligt avslut hjälper även de inblandade att emotionellt gå vidare från projektet. Det kan hjälpa med att öka effekten av teamets arbete genom till exempel mer effektiv kommunikation och delning. Vidare kan medlemmarna i projektteamet lära sig av projektet och dess upplägg för att genomföra ett projekt ännu bättre nästa gång. Andra personer utanför teamet kan också dra lärdom av teamets leveranser av sättet att arbeta. Detta kräver en väl dokumenterad process.

I slutet av projektet kan det vara behövt att reflektera över vad som faktiskt har gjorts och vilka lärdomar som projektet bidragit till, främst gällande arbetssättet, för att kunna förbättra den process som använts. Det kan ses som en "Project retrospective", liknande "sprint retrospective" men för hela projektet. Dessa lärdomar utgör en stor del av slutdokumentationen.

Box 9 Utvärdering av projekt

Det finns en rad frågor man bör ställa inför utvärdering av ett projekt: Vad har vi lärt oss gällande det arbetssätt som använts?

- Hur effektiva var vi genom att arbeta enligt en agil projektmetod?
- Hur skulle vi ha kunnat organiserat processen annorlunda?
- Vilka förbättringar skulle behövas, gällande "externa miljön", t.ex. projektstyrning, IT-system, verktyg, intressenternas engagemang.
- I de fall leverantörer var inblandade: Gav de värdefull input? Var de engagerade? Gick samarbetet bra? Skulle vi kunna tänka oss att samarbeta med dem i projekt igen?
- På individnivå: Vilka var dina egna personliga bidrag till projektet?

Input från de andra i projektteamet i form av konstruktiv kritik kan även vara till nytta för genomförandet i framtida projekt. Det kan vara värdefullt att kartlägga de viktiga aktiviteterna och händelserna genom projektets gång. Det hjälper teamet att komma ihåg positiva händelser och problem men också att påminna dem kring hur mycket de uppnått.

2.5 Beslut i det agila projektet

I tidigare avsnitt har de agila principerna för decentraliserat beslutsfattande presenterats övergripande och kommer här beskrivas mer i detalj. Det är inte så att beslut fattas av sig självt bara för att beslutskraften trycks ut till gruppen. Ett systematiskt arbete och träning behövs för att lyckas. Vid införande av agil projektmetod är det inte ovanligt att processen för beslutsfattande tas lite för lättvindigt. I detta avsnitt introducera viktiga definitioner och begrepp för beslutsfattande, där sedan arbetssätt för beslut presenteras, samt en del utmaningar att hantera för att lyckas beskrivs.

För att det ska uppstå en beslutssituation behövs minst två rimliga alternativ att ta ställning till och besluta om. Beslutsprocessen delas ofta in i tre delar; tiden innan beslut, själva beslutet, samt införandet. Det är inte helt ovanligt att stressade organisationer bokar in beslutsmöte även

om det bara finns ett alternativ på bordet vilket gör att det inte är en beslutssituation. Men det kan självfallet vara relevant att ha ett möte för att diskutera hur problemet ska lösas.

Eftersom agil projektmetod vanligen används för komplexa projekt är det troligt att även besluten har en viss nivå av komplexitet. Ett projekt innefattar dock många beslut och en del kan vara lite enklare och en del mer komplexa.

- **Enklare beslut:** Kännetecknas av att problemet enkelt kan beskrivas och samtliga krav är kända, här finns även en entydig rimlig lösning. Denna typ av enklare problem löses ofta med simuleringar och kallas för en sluten beslutsprocess.
- **Komplexa beslut:** De mer komplexa beslut som ofta behöver tas i agila projekt, stöds bättre av den begränsat rationella modellen. Kravbilderna är ofta rörigare, med krav som är i konflikt med varandra, information som saknas och randvillkor som ändras. Många olika tekniska lösningar kan potentiellt lösa problemet men mer subjektiva bedömningar påverkar beslutet. För dessa beslut kan delar ofta hanteras med simuleringar, men i slutändan blir det en hel del subjektiva avvägningar och detta är då en mer öppen beslutsprocess. Det handlar då om att ta ett beslut med hög kvalitet som är väl grundat. Att här sträva efter ett optimalt beslut kan vara mer stressande och tidsödande än produktivt. Fortsättningsvis används därför begreppet besluts kvalitet för komplexa beslut.

För att fatta beslut med hög kvalitet är det viktigt att ha en process som säkerställer att viktiga aspekter hanteras i flödet. För komplexa beslut är det vanligt att styrgrupp och/eller projekt-sponsor eller liknande blir involverad. Traditionellt hålls ofta ett tidigt möte med projekt-sponsor/styrgrupp för att sedan långt senare komma med förslag på lösning och beslut. Ett bättre arbetssätt är att sträva efter att beslut tas i så hög grad som möjligt av projektgruppen, men i de beslut som kräver involvering av styrgrupp är det viktigt att denna engageras tidigt samt att den kontinuerligt hålls informerad och att kritiska steg i beslutsprocessen stäms av. Detta arbetssätt uppfyller två syften. Det första är att säkra att projektet tar fram underlag och lösningar som ligger i linje med förväntningarna samt korrigerar dessa vid behov. Det andra handlar om att bygga kunskap för att ha bättre möjlighet att vara med och fatta ett beslut med hög kvalitet.

Beslutsprocessen har följande steg;

1. **Problem:** Säkra att problemet är tydligt beskrivet och målen tydliga. Spendera gärna lite tid på att ifrågasätta problemet för att förstå vad det verkliga problemet är.
2. **Inramning:** Detta är ett mycket viktigt steg där utgångspunkten är problemet och det tänkta beslutet fokuserar på att definiera den information som behövs för det specifika beslutet. Det är vanligt att fel information och/eller för mycket information tas fram, vilket försvårar beslutet.
3. **Samla data/information:** Detta är processen för att samla in den data/information som definierats under 2) ovan.
4. **Utveckla lösningar:** Ta fram minst två rimliga lösningar. Använd gärna beslutsträd för att illustrera de olika alternativen.

5. **Beslutsunderlag:** Försök att inte bara presentera de olika alternativen och framtagna rekommendationer baserat på textdokument och överväg gärna att använda trade-off kurvor, tornadodiagram och liknande. Glöm inte att det vid beslutssituationen ska finnas en utvecklad implementeringsplan.
6. **Beslutssituation:** Har stegen 1-5 ovan genomarbetats är själva beslutsmötet vanligen lite mindre utmanande. Det är viktigt att det finns flera personer vid mötet som har kunskap om det som ska beslutas, samt att alla underlag funnits tillgängliga i god tid innan mötet.
7. **Implementera:** Införandet startar omgående då beslutet är taget, då det ska finnas framme en plan och resurser tillgängliga.
8. **Följ upp/ lärande:** Det är bra om projektgruppen reflekterar över beslutsprocessen och följer upp kvaliteten på de beslut som tas för att skapa ett lärande inför framtida beslut.

En central del i beslutsprocessen är lärandet och det är vanligt att arbetet ”går lite framåt och bakåt” i processen, vilket inte ska ses som en brist utan är en del i lärandet i beslutsprocessen och rimligen ger ett bättre beslutsunderlag.

Några exempel på fällor vid beslutsfattande är:

- att bara bekräftande information söks, personen eller gruppen har redan bestämt sig,
- att oproportionerligt stort fokus läggs på det som är känt och det man är bekväm med,
- att nyligen inträffade stora händelser eller eventuella olyckor påverkar beslutet i hög grad,
- att fel inramning av problemet eller vad? görs vilket ger bristande underlag eller
- att analys av införande saknas i beslutssituationen.

Genom att arbeta i ett tvärfunktionellt team enligt ovan beskrivna process kan flera av fällorna undvikas. Det betyder att det agila arbetssättet i projekt ger stöd för att teamet tillsammans tar fram underlag och bygger den gemensamma kunskapen som är kritisk inför beslutsfattande.

3 Agila och rekonfigurerbara produktionssystem

Att utveckla ett produktionssystem som kan hantera både kortsiktiga och långsiktiga förändringar på bästa möjliga sätt är avgörande för tillverkande företags konkurrensförmåga. Såväl tekniken, medarbetarnas förutsättningar och organiseringen av produktionen behöver hela tiden anpassas till nya krav och förutsättningar. I detta avsnitt beskrivs tillvägagångssätt och metoder för förändringsbara produktionssystem innefattande agil organisering, agilt arbetssätt hos medarbetarna och rekonfigurerbar teknik och lösningar.

3.1 Organisering för ett agilt arbetssätt

I detta avsnitt beskrivs organisatoriska aspekter kopplat till ett agilt arbetssätt.

Om en organisation eller ett företag beslutar sig för att arbeta på ett agilt sätt är det viktigt att det strävar efter agilitet i alla delsystem. Teknikens roll ges ofta stor vikt jämfört med de mänskliga resurserna, dvs. medarbetarna, men utan ett agilt arbetssätt hos medarbetarna kan ett företag inte uppnå agilitet. Det förutsätter också att arbetet organiseras på ett agilt sätt. Vidare måste tekniken anpassas till människans förutsättningar att hantera den givet hur arbetet organiseras och ofta behöver medarbetarna också få utbildning i att använda ny teknik för att klara av den dynamiska arbetsmiljön. Ett helhetsperspektiv där det finns balans mellan olika systemkomponenter, aktiviteter och interaktioner är då avgörande.

3.1.1 Faktorer som inverkar på utvecklingen av ett agilt arbetssätt

Eftersom agilitet förutsätter snabb respons på förändringar på marknaden krävs utveckling av arbetssätt som bidrar till medarbetarnas produktivitet och kvalitet i arbetet, vilket även förutsätter effektiv organisering av arbetet. Ett agilt arbetssätt innebär också en ökad oförutsägbarhet i arbetet i den meningen att det fordrar fortlöpande anpassning till nya krav, förutsättningar, förändringar i arbetsprocesser och nya tekniska förutsättningar från medarbetarnas sida. Dessutom leder mer avancerad och rekonfigurerbar teknik för produktion till ökad operativ oförutsägbarhet för medarbetarna på grund av ökad variation och komplexitet i olika arbetsprocesser och aktiviteter. Det innebär att arbetet i agila verksamheter kan förväntas bli mer komplext, dvs. mer komplicerat och svårare att utföra och mer kognitivt krävande genom ökad mental arbetsbelastning, vilket påverkar kraven på medarbetarna.

Utveckling för att skapa en agil verksamhet behöver följaktligen förstås utifrån ett större organisatoriskt sammanhang som inbegriper **strategier** för agil verksamhetsutveckling, hur arbetet **organiseras** på olika organisatoriska nivåer, ledningsstrategi/praxis, karaktären på arbetet, hur de individuella förutsättningarna ser ut för medarbetarnas utförande av arbetet och hur det tillsammans inverkar på ett **agilt arbetssätt**. Figur 10 illustrerar ett systemperspektiv på hur verksamhetsstrategi för agilitet påverkar förutsättningarna för att organisera för agilt arbete vilket skapar förutsättningarna för ett agilt arbetssätt hos medarbetarna. Strategisk agilitet har också

en direkt inverkan på ett agilt arbetssätt hos medarbetarna genom t.ex. strategiska samarbetsformer.

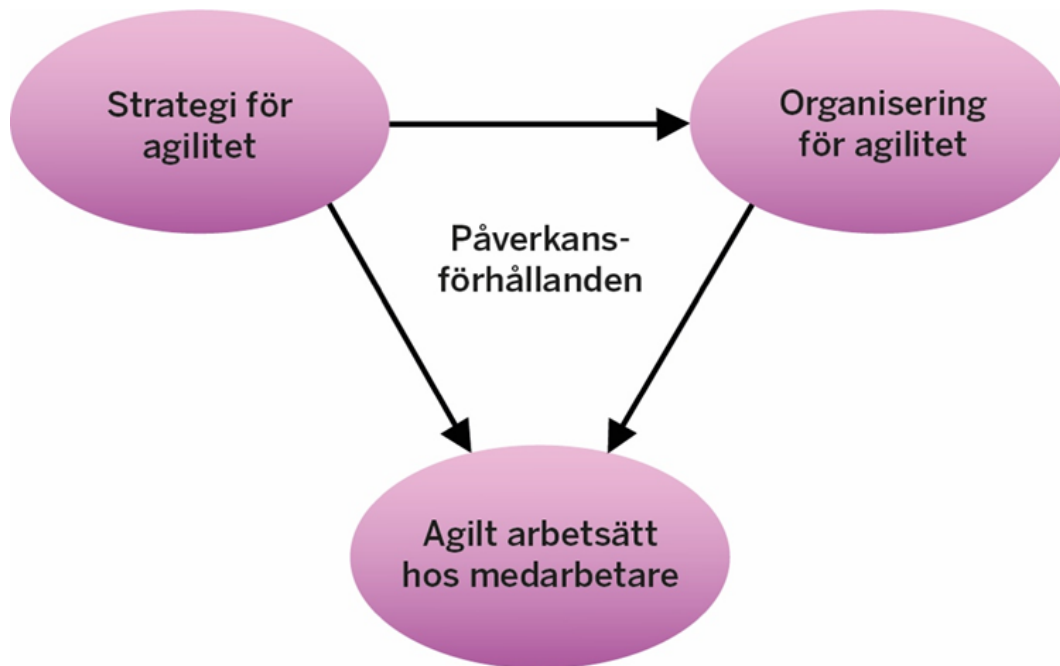


Fig 10. Påverkansförhållanden i ett agilt arbetssätt.

Vissa sidor av arbetet har visat sig ha särskilt stor betydelse för medarbetarnas beteenden, attityder och kapacitet i det utförda arbetet och därmed förutsättningar för ett agilt arbetssätt. Det inkluderar följande aspekter i arbetet:

- Krav
- Grad av självständighet
- Befogenhet/ansvar
- Grad av oförutsägbarhet
- Egenkontroll
- Samarbete/teamarbete
- Mångkunnighet, dvs. förmåga att kunna växla mellan olika typer av uppgifter

Dessa faktorer är kopplade till beteenden som positivt eller negativt påverkar proaktivitet, lärande, personlig förmåga agera på och anpassa sig till nya förutsättningar som kännetecknar ett agilt arbetssätt.

När ledare och chefer i en verksamhet stödjer ett arbetssätt som ökar självständighet och minskar oförutsägbarheten i arbetet samt ökar samarbetet mellan medarbetarna så är sannolikheten större att de kan utföra sina uppgifter på ett anpassningsbart och flexibelt sätt.

Hög grad av självständighet och egenkontroll i arbetet gör det t.ex. möjligt för medarbetarna att agera på problem snabbare och utveckla en mer anpassningsbar lösning på problem.

Möjligheten att lösa mindre operativa problem utan att behöva vänta på teamledare eller produktionsledare eller annan personal, gör att de bättre kan förstå problemet, uppgiften eller arbetsprocessen och senare tillämpa den kunskapen för att förhindra eller förutse svårigheter.

Höga krav om det samtidigt finns hög egenkontroll i det egna arbetet samt förutsättningar för att utveckla mångkunnighet ökar medarbetarnas kunskaper och färdigheter och förbättrar deras inläring av nya beteendemönster, vilket i sin tur är fördelaktigt för flexibilitet och ökad prestationsförmåga. Egenkontroll och självständighet i arbetet ger medarbetarna större frihet och möjlighet att anpassa sig till oförutsedda förändringar.

Andra faktorer som bidrar till ett agilt arbetssätt är utvecklingen av samarbetsrelationer inom en organisation samt med kunder och leverantörer, socialt stöd och samarbete/teamarbete. Detta kan skapa en buffert mot den negativa effekten av oförutsägbarhet i arbetet. Det är också mycket viktigt att medarbetarna erbjuds möjligheter att vara delaktiga i förändrings- och utvecklingsarbete eftersom de då kan få möjlighet att påverka sådant som egenkontroll, självständighetsgrad i arbetet, ansvar, befogenheter och kompetensutveckling i sitt arbete.

3.1.2 Kännetecknande drag för organisering för ett agilt arbetssätt

För att åstadkomma ett agilt arbetssätt behöver stödjande åtgärder utvecklas genom dialog mellan ledare/chefer och medarbetare enligt de specifika förutsättningar och behov som finns i respektive företag/verksamhet. Förmågor för att åstadkomma ett agilt arbetssätt kan användas som utgångspunkt för att resonera fram hur de ska specificeras mer i detalj och omsättas i handling i varje specifikt fall, se tabell 1. Tillvägagångssätt för ett agilt arbetssätt summeras i tabell 2.

Tabell 1. Kännetecknande drag för agilt arbetssätt

Steg	Beskrivning	Förmågor
Förutse och agera snabbt	Proaktivt agerande på förändringar	Förutse förändring, utveckling, hot, möjligheter och störningar Känna in och agera på oförutsedda förändringar Med egen motivation ta fram lämpliga lösningar
Kompetens/lärande	Bredd och nivå på kunskaper, färdigheter och förmåga till lärande	Ta till sig nya idéer kunskap, teknik Snabbt lära sig nya färdigheter Arbeta snabbt och effektivt Förmågan att lära av erfarenhet – såväl framgångar som misslyckanden såväl individuellt som organisatoriskt
Anpassningsförmåga	Mångkunnighet och flexibilitet i arbetet	Tolerera oväntade förändringar i arbetsförhållandena Anpassa sig till nya förutsättningar och korta omställningstider och samtidigt bibehålla en relativt hög arbetstakt och leveranstakt Anpassa sig till nya arbetsuppgifter eller roller Anpassa sig till nya samarbetsformer
Samordning/samarbetsförmåga	Positiv attityd till och hög effektivitet i samarbete	Samordna aktiviteter som krävs för att sammanlänka och synkronisera aktiviteter mellan människor, team och enheter för att produktionen ska fungera väl Skapa effektiv och smidig kommunikation Decentralisera beslutsfattande, vilket förutsätter att även mjukvarusystem stöder ett decentraliserat beslutsfattande Samarbete mellan funktioner och kompetensområden

Tabell 2. Hur åstadkoms då ett agilt arbetssätt?

Område	Beskrivning tillvägagångssätt
Bemanning	<p>Planera arbetsfördelningen så att medarbetarnas arbetskaperitet och förmågor/kompetens tas tillvara/utvecklas på bästa sätt</p> <p>Att vid nyanställning välja personer som i så hög grad som möjligt uppfyller kännetecknen på ett agilt arbetssätt</p>
Utbildning/ träning	<p>Träna medarbetarna att lära sig att behärska fler olika uppgifter (mångkunnighet) då det främjar samarbete och produktivitet</p> <p>Vid mindre frekventa och mer oförutsägbara förändringar krävs specialanpassad träning</p>
Samordning	<p>Fördelning av uppgifter mellan medarbetare över tid</p> <p>Hur medarbetare kan växla mellan olika typer av uppgifter, arbetsenheter och i vilken utsträckning de kan genomföra olika uppgifter parallellt på ett effektivt sätt</p> <p>Behöver hanteras utifrån hur förutsägbar produktionen är</p>
Samarbete	<p>Viktigt med gemensam målbild/mental modell hos medarbetarna</p> <p>Teamarbete för att öka produktiviteten</p> <p>Multifunktionella team för att kombinera specifika färdigheter hos olika medarbetare för att uppnå bättre och snabbare resultat</p> <p>Dynamiska temporära team med specifik/a expertis/färdigheter för tidsbegränsade uppgifter</p>
Incitament/ motivation	<p>Uppmuntran av olika slag för att öka motivationen till ett agilt arbetssätt t.ex. genom erkännande och återkoppling på utförda uppgifter och eventuellt lönepåslag</p>
Befogenhet/ engagemang/ decentraliserat beslutsfattande	<p>Involvera medarbetare i beslutsprocesser för att snabba upp responstiden då de ofta har bäst förståelse och kompetens för vad som operativt behöver förbättras</p> <p>Ökar medarbetarnas benägenhet att acceptera förändringar</p> <p>När medarbetarna tillåts ha hög egenkontroll och självständighet i arbetet ökar motivationen att svara upp mot förändringar snabbare vilket ökar produktiviteten</p>

3.2 Aktivitetscentrerad design i produktion

I detta avsnitt beskrivs ett aktivitetsbaserat tillvägagångssätt vid utveckling av arbetsprocesser.

Effektiva och säkra arbetsprocesser där uppgiften anpassas till människan är viktigt för att åstadkomma agila produktionsmiljöer. Att proaktivt ta med ergonomiska aspekter tidigt i utvecklingen av arbetsprocesser ger en hög kostnadseffektivitet jämfört med om de ska hanteras i efterhand. Detta skapar vinster i form av t.ex. tid, kostnad och produktionskvalitet jämfört med ett reaktivt arbetssätt. Detta gäller även vid omstrukturering av befintlig produktion.

För att få bäst nytta av ett proaktivt sätt att utveckla arbetsprocesser behövs ett systemperspektiv även här. Då behöver förutsättningarna för att genomföra en aktivitet/arbetsprocess skapas genom att den planeras i termer av interaktioner mellan människa, teknik och organisation (jfr MTO-modellen 1.4). På så sätt går det att undvika suboptimering som kan ge kedjereaktioner som riskerar att negativt påverka prestanda och säker drift.

Ett aktivitetscentrerat tillvägagångssätt baserat på målen för olika arbetsprocesser och hur de relaterar till olika analysnivåer i produktionssystemet är användbart i sammanhanget, figur 11. Fokus i detta tillvägagångssätt ligger på designbeslut som harmonierar med syftet för arbetsprocessen och dess delsystem. Det stödjer också matchning av designdetaljer med önskat mål för produktionssystemet. Designbeslut relaterade till olika nivåer i systemet kan underlättas genom att ett antal frågor ställs enligt tabell 3.

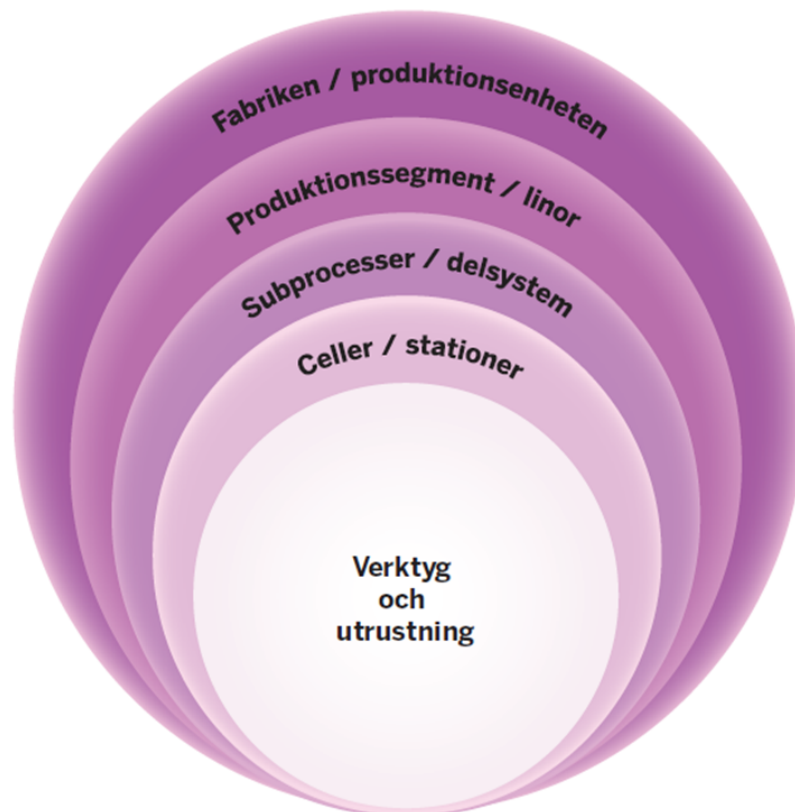


Fig 11. Olika nivåer i produktionssystemet

Tabell 3. Frågor att ställa sig för arbete med utveckling av arbetsprocessen på olika nivåer i produktionssystemet.

Nivåer i produktionssystemet	Designbeslut
Fabriken/ produktionsenheten	Vilken inverkan eller vilka avsedda effekter kommer arbetsprocessen att få?
Produktionssegment/lina(or)	Hur kommer arbetssystemets processer och funktioner att bidra till att uppnå önskade effekter (definieras av input och output)?
Subprocess(er)/delsystem	Hur ser den övergripande planeringen ut och vilka är de fysiska gränserna för arbetsprocessen? Hur kommer människor, maskiner och stödstrukturer att organiseras och placeras utrymmesmässigt för att uppnå teknisk funktionalitet och möjliggöra genomförande?
Cell(er)/stationer	Hur kommer tekniken och användarna att interagera för att utföra arbetet? Hur kommer tekniken att svara upp mot sina användare och på miljön?
Verktyg och utrustning	Vilka konkreta tekniska förutsättningar (material, verktyg, instruktioner) krävs för att människor och maskiner ska kunna utföra arbetsuppgifterna?

Det finns en rad aktiviteter som behöver genomföras för att omsätta de beslut som tagits för de olika nivåerna:

Fabriken/produktionsenheten

- Undersök och beskriv huvudsyftet för arbetssystemets existens och mål (nuvarande eller planerade) samt begränsningar för vad som kan förändras (t.ex. existerande delsystem som inte kan ändras)
- Involvera medarbetare så att de kan vara delaktiga i planeringen och identifiera andra intressenter

Produktionssegment/lina(or)

- Studera arbetssystemet i sin helhet genom djupanalys av mål och funktioner
- Formulera de avsedda aktiviteterna i arbetssystemet
- Detaljredovisa arbetsfördelning mellan människa och maskin
- Specificera kraven för de planerade aktiviteterna samt användarkraven för att uppnå systemmålen
- Utvärdera de planerade aktiviteterna tillsammans med representanter från medarbetarna

Subprocess(er)/delsystem

- Analysera hur de rumsliga förutsättningarna kan organiseras
- Undersök begränsningar och möjligheter för arbetsplatsens fysiska expansion och rumsliga begränsningar
- Låt representanter från medarbetarna vara delaktiga i layoutplaneringen av arbetsplatsen

Cell(er)/stationer

- Stöd specificering av arbetsuppgifter inbegripet hur de organiseras, beläggning med personal och schemaläggning
- Involvera representanter från medarbetarna att vara delaktiga i att utvärdera fysisk och kognitiv belastning i interaktionen människa-teknik

Verktyg och utrustning

- Testa och utvärdera den individuella interaktionen mellan människa och maskin
- Identifiera aspekter som användbarhet, fysisk och kognitiv arbetsbelastning
- Involvera representanter från medarbetarna att även delta i de nästan färdigutvecklade processerna där specifika uppgifter testas med föreslagna verktyg och informationskällor
- Föreslå modifierade designlösningar för att försäkra er om att ni inkluderat de kognitiva och fysiska variationerna inom hela arbetsstyrkan

3.3 Rekonfigurerbara produktionssystem

I detta avsnitt ges en introduktion till rekonfigurerbara produktionssystem, dess nyckelegenskaper och förmågor. Även hur nuvarande nivå av rekonfigurerbarhet kan bedömas och angreppssätt för att kontinuerligt utveckla förändringsförmåga i produktionssystemet beskrivs.

Tillverkande företag behöver hitta lämpliga lösningar för att effektivt hantera fluktuerande volymer, kundanpassningar och frekventa introduktioner av nya produktvarianter. Traditionella produktionssystem, såsom dedikerade produktionslinor eller flexibla produktionssystem (FMS) har visat sig ha stora brister i att möta dessa krav eftersom de inte ger tillräckligt kostnadseffektiva förutsättningar för att agera agilt.

Ena ytterligheten av de traditionella produktionssystemen är dedikerade produktionslinor eller system (DMS), vilka har en rigid struktur som är optimerade för en eller ett fåtal produkter till en hög volym och inte är anpassade för att förändras varken i kapacitet eller funktionalitet. Sådana system blir snabbt utdaterade eller kostsamma att förändra. Den motsatta ytterligheten är FMS, vilka kan hantera en stor mängd funktionaliteter men de har ofta alltför stor inbyggd flexibilitet vilket är kostsamt. För att kunna hantera förändringar på ett kostnadseffektivt sätt förespråkas därför rekonfigurerbara produktionssystem (RMS) i högre utsträckning. Förhållandet mellan FMS, DMS och RMS i förhållande till funktionalitet och kapacitet illustreras i figur 12.

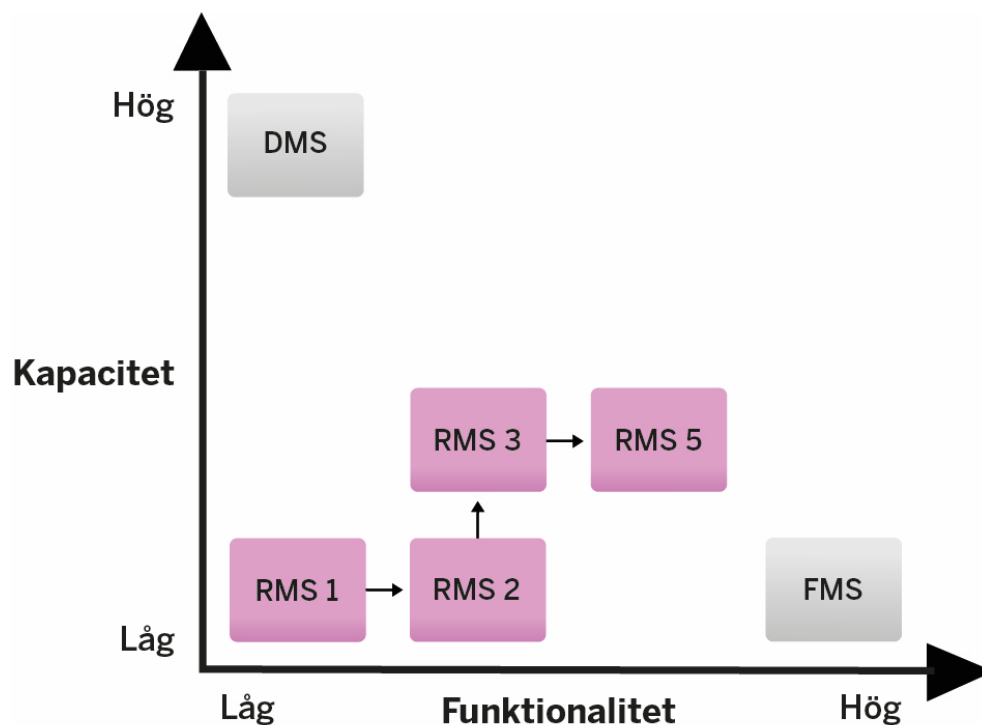


Fig 12. Förhållandet mellan funktionalitet och kapacitet i dedikerade, rekonfigurerbara och flexibla produktionssystem.

Ett rekonfigurerbart produktionssystem inbegriper att både hårdvara och mjukvara enkelt kan anpassas till förändringar för att bättre kunna utnyttja dess resurser, samt att snabbare kunna introducera nya produkter och bättre möta marknadens och kundernas föränderliga krav. Ett rekonfigurerbart produktionssystem är designat för att successivt uppgraderas och förändras så att rätt funktionalitet och kapacitet finns vid rätt tillfälle.

3.3.1 Rekonfigurerbarhetens nyckelegenskaper

Ett rekonfigurerbart produktionssystem innefattar produktionsutrustning (jfr. Teknik-del i MTO-modellen 1.4) som snabbt och kostnadseffektivt kan byggas om. Det inbegriper att kunna lägga till utrustning utan att det kräver omfattande inverkan på övriga delsystem av produktionssystemet som hur arbetet organiseras och hur operatörerna kan planera och genomföra sitt arbete (jfr. avsnitt 1.4 om MTO-modellen), samt att kunna flytta utrustning enkelt för att den bättre används på en annan plats i fabriken. För att kunna uppnå detta krävs att produktionsutrustning som maskiner och verktyg och även mjukvara är utformade utifrån en rad grundläggande principer och nyckelegenskaper. Rekonfigurerbarhetens grundläggande principer och nyckelegenskaper presenteras i resterande del av avsnittet.

Modularitet

Modularitet är en avgörande egenskap för att möjliggöra en enkel rekonfigurering av produktionssystemet. Genom en modulärt uppbyggt produktionssystem kan delar bytas ut alternativt läggas till utan att hela produktionssystemet behöver påverkas negativt. Avgränsade moduler kan utformas relativt oberoende av det övriga systemet och användas på olika platser i produktionssystemet eller återanvändas i andra system, som i en systerfabrik. I en modulär design är funktionaliteten uppdelad i diskreta, sammanhängande och fristående delar med tydliga gränssnitt. Modularitet kan även ses från ett användarperspektiv och då är en modul en standardlösning som enkelt kan återanvändas.

Det finns flera fördelar med att skapa modularitet i sina produktionssystem som möjliggör ökad agilitet:

- **Öka rekonfigurerbarhetsförmågan:** Produktionssystemets moduler kan snabbt och enkelt konfigureras och modifieras för att möta förändrade tillverkningskrav.
- **Kunna hantera komplexiteten i ett produktionssystem:** Den tekniska utrustningen bryts ner i mindre delar vilket ökar överblickbarheten och minskar komplexiteten. Modulerna kan utformas, produceras, testas, verifieras och valideras relativt oberoende från varandra.
- **Minskar risken till oönskade modifieringar:** Eftersom delar i produktionssystemet är mer oberoende av varandra i ett modulärt system minskar risken att förändringar i en del av systemet ger stor oönskad inverkan på en annan del.
- **Förenklat underhåll:** Det blir enklare att diagnostisera, underhålla och reparera den tekniska utrustningen.

- **Ekonomiskt fördelaktigt:** Modular teknik är mer kostnadseffektiv eftersom utvecklingen och modifieringen kan ske stegvis per modul.
- **Förenklad styrning och organisation:** Parallellt utvecklingsarbete eftersom flera moduler kan utvecklas samtidigt vilket minskar ledtid för utvecklingen.

Svårigheterna med modularisering är att det initialt kräver en stor ansträngning att bygga upp modulsystemet och skapa standardiserade gränssnitt, t.ex. el, vatten och ventilation men även informationssystem och hur produkterna ska transporteras mellan modulerna. Modularisering innebär att även begränsningar byggs in genom att standarder i viss utsträckning begränsar variation och kundanpassning. Begränsningar kan uppstå i form av regler som måste följas vid design av produkter och dess introduktioner, dvs. en tydligare designrymd skapas, och avvikelser från den blir kostsamt.

Integrerbarhet

För att modularitet ska vara användbart krävs standardiserade gränssnitt så att moduler, dvs. maskiner, materialhanteringsutrustning etc., enkelt och kostnadseffektivt kan integreras. Integrationen är ofta nödvändig både i hårdvara samt mjukvaran på flera olika nivåer.

Diagnostiserbarhet

Eftersom en rekonfigurerbar produktionsutrustning är utformad för att plockas ihop och isär i nya konfigurationer om och om igen, är det avgörande att kunna identifiera fel i sammankopplingarna. En diagnos över utrustningens status ska kunna ställas snabbt, korrekt och enkelt. Diagnostiseringen berör även produktionsförmågan. Det ihopsatta produktionssystemet måste ha förmågan att tillverka med rätt kvalitet. Om förutsättningar för diagnostisering inte uppfylls, eller om processen är för komplicerad och resurskrävande kommer systemet att producera med stor variation, vilket inte är önskvärt.

Mobilitet

Att enkelt kunna förflytta utrustning är en annan avgörande egenskap. Rätt maskin eller verktyg behöver kunna befinna sig på den mest lämpliga platsen vid rätt tillfälle. Inom montering kan det röra sig om att kunna förflytta fixturer så väl som att kunna förflytta monteringspersonal, dvs. även planera interaktionen med delsystem M (jfr kap 1.4). Vid en bearbetningslina kan det röra sig om att förflytta transportautomation eller skärmaskiner till en annan del av produktionsprocessen. Mobilitet kan även vara viktigt ur ett större perspektiv, då mellan olika fabriker, där personal, processer, maskiner, arbetssätt, etc. kan förflyttas, t.ex. vid uppstart av en ny produktionsanläggning.

3.3.2 Syftet med rekonfigurerbarhet

Genom de tidigare presenterade nyckelegenskaper kan rekonfigurerbarhet bidra till en rad viktiga fördelar som alla syftar till att hantera olika typer av förändringar i produktionssystemet:

- **Att möta volymförändringar:** Här avses skalbarhet, vilket innebär att kunna anpassa kapaciteten i ett produktionssystem efter förändringar i tillverkningsvolym. Förmåga att skala upp och ner sitt produktionssystem på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt är ofta avgörande. Ju bättre följsamhet i relation till efterfrågan, desto bättre utnyttjande av produktionssystemet kan uppnås. Därför blir även nedskalning viktigt för att undvika outnyttjade resurser då efterfrågan förändras och prognoserna inte längre stämmer. Med ett produktionssystem som möjliggör en följsam upp- och nedskalning är det även möjligt att stegvis investera i det tekniska systemet, och på så sätt ytterligare minimera risken för att förlita sig på en felaktig prognos.
- **Att möta förändringar i produktvarianter:** Detta handlar om konverterbarhet som innebär att kunna anpassa produktionssystemet och dess ingående delsystem till nya varianter eller produkter. Att kunna utnyttja och rekonfigurera befintlig produktionsutrustning skapar både ekonomiska och tidsmässiga vinster.
- **Att kunna variera automationsgrad:** Att kunna förändra graden av automation inom ett produktionssystem kan underlätta för att möta bland annat högre volymer. Genom att byta manuella stationer till robotceller kan volymhöjningar uppnås. Samma gäller när det inte längre är försvarbart att använda sig av en hög grad av automation och man måste ta bort automationen till fördel för manuell hantering för att t.ex. hantera en större variantflora än tidigare. Det är viktigt att då samtidigt tänka igenom hur automationsgraden inverkar på samspelet med medarbetare som riskerar att få ta hand om restuppgifter som automationen visar sig inte klara av och som riskerar att bli kostsamma bromsklossar i produktionen och orsaka arbetsskador om det inte planeras ur ett helhetsperspektiv.
- **Att kunna förflytta produktionsutrustning mellan avdelningar/ fabriker:** Genom mobila lösningar kan produktionsutrustning förflyttas och delas mellan avdelningar och fabriker. Detta kräver inte bara teknisk utrustning som är möjlig att förflytta utan även strukturer som kräver att avdelningar delar utrustning.

Anpassningsbar utrustning är viktigt i agila system i de fall där förändringar är att vänta. Om både volymer och produktvarianter är, har varit och förväntas förbli stabila är rekonfigurerbara lösningar inte nödvändiga. Ett nytt tankesätt kring hur produktionssystem ska utvecklas behövs således för att inkludera långsiktigt tänkande, riskbedömning och anpassningsförmåga för att göra medvetna och agila val. Traditionellt sett har industriföretag utvecklat antingen dedikerade produktionssystem eller flexibla produktionssystem. Något som bör ifrågasättas.

Box 10 *Dedikerade, flexibla och rekonfigurerbara produktionssystem*

Dedikerade produktionssystem: Skapade för massproduktion av samma produktvarianter. Kostsamt att göra förändringar.

Flexibla produktionssystem: Används för att hantera en mängd varianter inom en given dimension/funktion. Kostsamma i inköp där flexibiliteten sällan till fullo utnyttjas.

Rekonfigurerbara produktionssystem: Lämpligt för att kostnadseffektivt hantera förändringar genom en systemstruktur där det snabbt och kostnadseffektivt går att lägga till, ta bort och/ eller ordna om element/beståndsdelar i produktionssystemet på ett sätt som kan resultera i en önskad uppsättning alternativa konfigurationer.

3.3.3 Samspelet mellan dedikerade, rekonfigurerbara och flexibla lösningar

Dessa tre olika typer av system är inte motstridiga. Ofta används de i kombination, och så bör det vara beroende på vilka krav som ställs på produktionssystemet. De kan därmed ses som kompletterande lösningar för att skapa förutsättningar för ett anpassningsbart produktionssystem.

Ett rekonfigurerbart produktionssystem liksom ett dedikerat eller flexibelt har sina styrkor och svagheter, vilka tidigare beskrivits i sin helhet. Dessa styrkor och svagheter bör beaktas då medvetna val görs i samband med design och investering av utrustning. Dedikerade lösningar bör användas då den nuvarande och framtida osäkerheten och därmed risken är låg för förändringar. Rekonfigurerbara lösningar är lämpliga där osäkerheten är stor och det med stor sannolikhet kommer förändringar, men vilka ännu är osäkra. Exempel på när rekonfigurerbara lösningar är lämpliga kan vara fixturer till en ständigt växande produktfamilj. Flexibla lösningar är lämpliga där det finns variation mellan produkter, men där variationen är känd och bestämd. Exempel på när flexibla lösningar kan vara lämpliga kan vara i ett måleri med en bestämd variation av färger eller när det gäller vilka dimensioner som produktionssystemet ska kunna hantera.

3.3.4 Att mäta rekonfigurerbarhet

Det kan vara svårt att bedöma hur rekonfigurerbart ett produktionssystem är jämfört med målbilden av hur rekonfigurerbart det bör vara. I detta avsnitt beskrivs hur ett företag kan bedöma graden av rekonfigurerbarhet i sitt produktionssystem och sätta det i relation till sina strategiska mål.

För att utvärdera rekonfigurerbarheten i ett existerande produktionssystem föreslås en liknande struktur som i det agila projektet, dvs. en iterativ process. I Figur 13 nedan illustreras en process där en kontinuerlig och iterativ utvärderings- och utvecklingsprocess används för att ständigt

utveckla ett produktionssystem. Processen består av sju steg från skapande av produktionsstrategi och målformulering till utförande av förändringen.

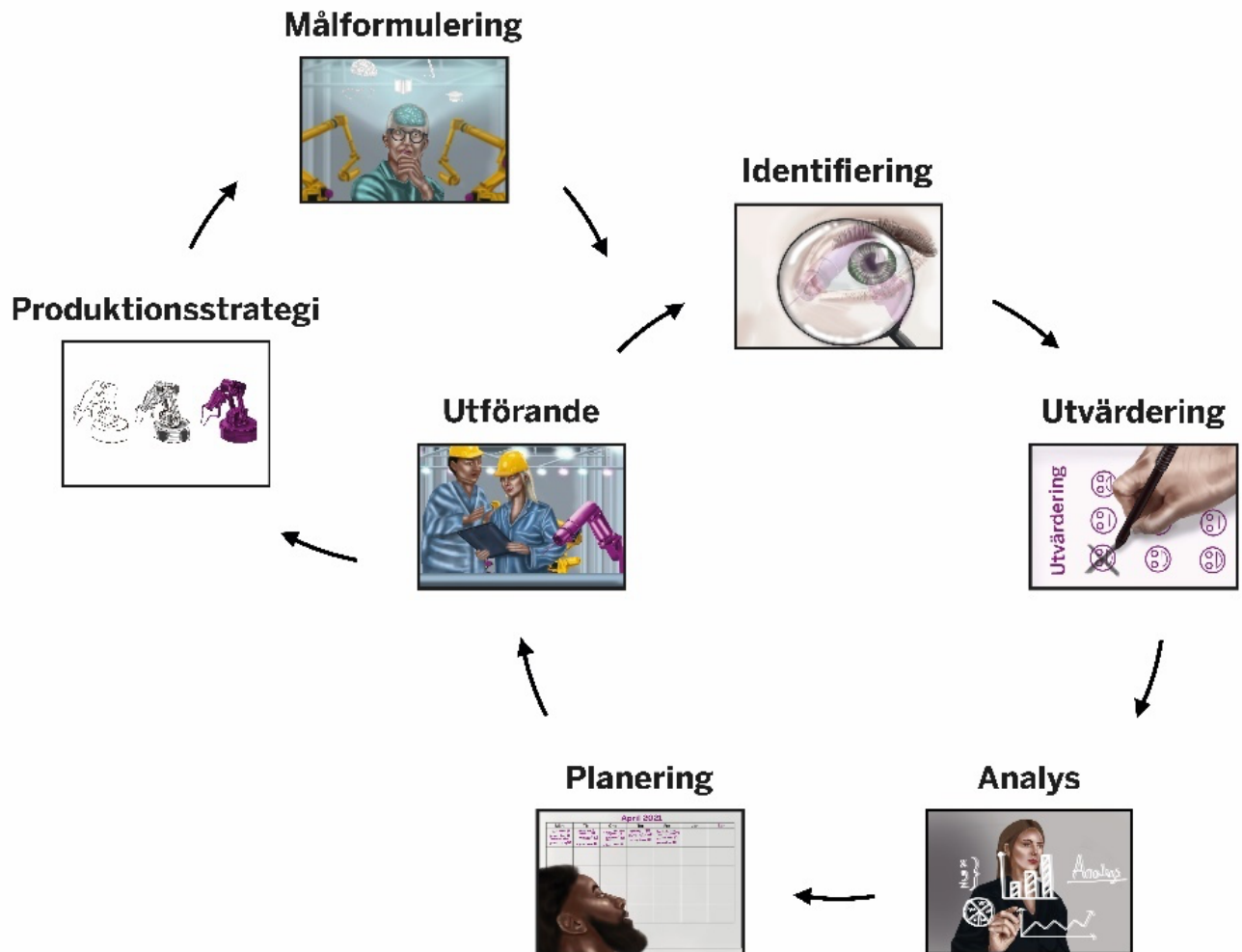


Fig13. Process för utvärdering av rekonfigurerbarhet.

1. **Produktionsstrategi:** I företagets produktionsstrategi finns ofta en beskrivning kring vilka förmågor som företagets produktionssystem ska kunna hantera, t.ex. vilken variation företag ska kunna hantera i fråga om produktens utformning och volym. För att möjliggöra ett konkret förhållningsätt går det att dela upp produktfamiljer i enlighet med olika produktionsstrategier som passar dess marknader och krav på förändring bäst. Produkter med stabil marknad som kan säljas direkt från lagret och därmed även har ett lågt behov av ett produktionssystem med förmåga för förändring kan kopplas till Make-To-Stock (MTS) strategi. Detta till skillnad från produkter med hög osäkerhet på marknaden och i kundkraven där nya produkter behöver utvecklas och tas fram när ett behov uppstår, likt Engineer-To-Order (ETO) strategin. För ETO produkter krävs även en större förmåga att kunna förändra produktionen för att möta de föränderliga krav som uppstår vid nya produkters intåg på marknaden. Produktionsstrategin lägger grunden till hur produktionssystemet ska utformas och vilka mål som ska uppnås.

2. **Målformulering:** Utifrån produktionsstrategin utformas mål som produktionssystemet behöver nå upp till. Målen berör förändringsförmågan i produktionssystemet, t.ex. vilken variation i funktionalitet och kapacitet som produktionssystemet och dess mindre delar, dvs. produktionslinor, stationer, etc. ska klara av att hantera. Tydliga och mätbara mål med olika tidshorisonter skapar större förutsättning att framgångsrikt nå dit företaget vill nå.
3. **Identifiering:** Baserat på de mål som har formulerats är nästa steg att identifiera kritiska delar av produktionssystemet där en stor förbättringspotential kan ses kopplat till förändringsförmåga. Hur stor del av produktionssystemet som identifieras beror på i vilken detaljeringsgrad som analysen ska göras och vilka resurser som finns att tillgå. Det kan handla om t.ex. en specifik maskin, en arbetsstation eller en hel produktionslina.
4. **Utvärdering:** För de mest kritiska delarna är det ofta viktigt att utvärdera dagens grad av rekonfigurerbarhet. Denna utvärdering bör göras i en tvärfunktionell grupp där berörda parter för den identifierade produktionsdelen samlas. Ett tillvägagångssätt för att få en indikation på produktionssystemets nuvarande rekonfigurerbarhetsnivå är att analysera det utifrån nyckelegenskaperna och tillsammans besvara en mängd frågor kopplat till respektive nyckelegenskap. Frågor för analys av rekonfigurerbarhet beskrivs i tabell 4. Varje nyckelegenskap kan analyseras genom att besvara en rad frågor. Nyckelegenskaperna inkluderar modularitet, integrerbarhet, diagnostiserbarhet, skalbarhet, konverterbarhet, kundanpassningsbarhet, och automatiserbarhet, och är i sin tur uppdelade i olika kategorier.
5. **Analys:** Denna befintliga grad av rekonfigurerbarhet bör ställas i relation till vilken grad av rekonfigurerbarhet som är önskvärd för att nå de uppsatta målen, dvs. analysera nuvarande förmåga mot önskad förmåga. Den önskade förmågan bör kopplas till den strategi som satts upp och de mål som identifieras.
6. **Planering:** Därefter kan ett förbättringsarbete planeras. Som stöd till förbättringsarbetet kan frågorna och dess svar ligga till grund. Det är svårt att ge generiska riktlinjer kring hur rekonfigurerbar produktion och respektive nyckelegenskap ska realiseras då det varierar från fall till fall.
7. **Utförande:** Ett sista steg är att genomföra de planerade förändringarna.

För att ta ett steg mot den önskade graden av rekonfigurerbarhet är det lämpligt att tänka på följande aspekter. Anses produktionsstrategin vara oförändrad och målen ännu inte är uppfyllda kan processen börja om vid steg 3 och ett nytt utvecklingsområde kan identifieras för att komma närmre det önskade läget. Så fortsätter cykeln tills målen och produktionsstrategin är uppnådd eller har förändrats. Genom att mäta rekonfigurerbarhet och anpassningsförmågan kan företaget se var möjligheter finns för utveckling och på ett systematiskt sätt arbeta sig fram för att förbättra sin förändringsförmåga över tid. Frågorna till stöd för analys av rekonfigurerbarhet presenteras i tabell 4.

Tabell 4. Frågor till stöd för analys av rekonfigurerbarhet

Modularitet	
Systemelement	<p>Är verktygen utformade för modularitet? Är fixturerna utformade för modularitet? Är maskinerna utformade för modularitet? Är kontrollerna utformade för modularitet? Är materialförflyttningssystemet utformat för modularitet? Används ett bibliotek för de olika systemdelarna? Är verktygen uppgraderingsbara? Är fixturerna uppgraderingsbara? Är maskinerna uppgraderingsbara? Är kontrollerna uppgraderingsbara</p>
Gränssnitt	<p>Är verktygen utbytbara? Är fixturerna utbytbara? Är maskinerna utbytbara? Är kontrollerna utbytbara? Är det standardiserade gränssnitt för verktygen? Är det standardiserade gränssnitt för fixturerna? Är det standardiserade gränssnitt för maskinerna? Är det standardiserade gränssnitt för kontrollerna? Är det standardiserade gränssnitt för materialförsörjningssystemet?</p>
Beredskap	<p>Är nya verktyg testade innan de introduceras i produktionssystemet? Är nya fixturer testade innan de introduceras i produktionssystemet? Är nya maskiner testade innan de introduceras i produktionssystemet? Är nya kontroller testade innan de introduceras i produktionssystemet? Hur lång kalibreringstid krävs efter ett verktygsbyte? Hur lång kalibreringstid krävs efter ett fixturbyte? Hur lång kalibreringstid krävs efter ett maskinbyte? Hur lång kalibreringstid krävs efter ett byte av kontroller? Hur lång kalibreringstid krävs efter ett mjukvarubyte? Hur pålitliga är verktygen efter ett byte? Hur pålitliga är fixturerna efter ett byte? Hur pålitliga är maskinerna efter ett byte? Hur pålitliga är kontrollerna efter ett byte? Hur pålitliga är mjukvaran efter ett byte?</p>
Integrerbarhet	
Systemelement	<p>Finns det standarder för gränssnitten mellan verktygen? Finns det standarder för gränssnitten mellan fixturer?</p>

Finns det standarder för gränssnitten mellan maskiner?
 Finns det standarder för gränssnitten mellan kontroller?
 Finns det standarder för gränssnitten mellan mjukvaror?
 Implementeringsstrategi
 Finns det integrationsregler för verktygen?
 Finns det integrationsregler för fixturerna?
 Finns det integrationsregler för maskinerna?
 Finns det integrationsregler för kontrollerna?
 Hur lång tid tar det att integrera ett verktyg till en maskin?
 Hur lång tid tar det att separera ett verktyg från en maskin?
 Hur lång tid tar det att integrera en fixtur till systemet?
 Hur lång tid tar det att separera en fixtur från systemet?
 Hur lång tid tar det att integrera en maskin till systemet?
 Hur lång tid tar det att separera en maskin från systemet?
 Hur lång tid tar det att integrera kontrollerna till systemet?
 Hur lång tid tar det att separera kontrollerna från systemet?
 Är systemet förberett för framtida verktygsförändringar?
 Är systemet förberett för framtida fixturförändringar?
 Är systemet förberett för framtida maskinförändringar?
 Är systemet förberett för framtida kontrollförändringar?

Diagnostiserbarhet

Övervakning av produktkvalitet

Finns det möjligheter att kontrollera produktkvaliteten?
 Hur ofta kollas produktkvaliteten?
 Hur sker kontrollen av produktkvaliteten?
 Anledningar för produktkvalitets- och systempålitlighetsproblem?
 Till vilken grad är pålitlighetsproblem spårbara i produktionsprocessen?
 Till vilken grad är produktkvalitetsproblem spårbara i produktionsprocessen?
 Hur identifieras oftast ett pålitlighetsproblem i produktionsprocessen?
 Hur identifieras oftast ett produktkvalitetsproblem i produktionsprocessen?
 Används ett systematiskt arbetssätt för identifiering av pålitlighetsproblem i produktionsprocessen?
 Används ett systematiskt arbetssätt för identifiering av produktkvalitetsproblem i produktionsprocessen?

Förebyggande/Återhämtning

Finns det generella felförebyggande strategier/teknologier för produktkvalitetsproblem?
 Finns det generella felförebyggande strategier/teknologier för pålitlighetsproblem i produktionsprocessen?
 När kan produktkvalitetsproblem bli åtgärdade?

Konverterbarhet

<i>Konfiguration</i>	<p>Finns det möjlighet att förändra verktygen? Finns det möjlighet att förändra fixturerna? Finns det möjlighet att förändra maskinerna? Finns det möjlighet att förändra kontrollerna? Vilka typer av materialförflyttningslösningar används? Kan systemet bli stegvist uppgraderat? Om så vilket är det minsta steget? Hur kostnadseffektivt är ett verktygsbyte? Hur kostnadseffektivt är ett fixturbyte? Hur kostnadseffektivt ett maskinbyte? Hur kostnadseffektivt är ett byte av kontroller? Kan verktygsbyten automatiseras? Kan fixturbyten automatiseras? Kan maskinbyten automatiseras? Kan byten av kontroller automatiseras?</p>
-----------------------------	---

<i>Transformation</i>	<p>Hur mycket tid krävs för att genomföra ett verktygsbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett fixturbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett maskinbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett byte av kontroller? Hur lätt är det att kalibrera verktygen efter bytet? Hur lätt är det att kalibrera fixturerna efter bytet? Hur lätt är det att kalibrera maskinerna efter bytet? Hur lätt är det att kalibrera kontrollerna efter bytet?</p>
------------------------------	---

Skalbarhet

<i>Fysiskt</i>	<p>Hur lätt kan verktyg adderas/tas bort? Hur lätt kan fixturer adderas/tas bort? Hur lätt kan maskiner adderas/tas bort? Hur lätt kan kontroller adderas/tas bort? Hur lätt är det att duplicera maskiner/arbetsstationer i produktionssystemet? Hur lätt är det att duplicera maskiner/arbetsstationer i produktionssystemet? Hur lätt är det att duplicera processer i produktionssystemet? Kan systemet bli stegvis uppskalat? Om ja, vad är minsta steget?</p>
-----------------------	---

<i>Logiskt</i>	<p>Hur mycket tid krävs för att genomföra ett verktygsbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett fixturbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett maskinbyte? Hur mycket tid krävs för att genomföra ett byte av kontroller? Hur kostnadseffektivt är ett verktygsbyte? Hur kostnadseffektivt är ett fixturbyte? Hur kostnadseffektivt ett maskinbyte? Hur kostnadseffektivt är ett byte av kontroller?</p>
-----------------------	---

Används linjebalansering?
Hur många arbetar i produktionen per skift?
Hur responsiv är planeringen av produktionen?
Hur lätt är det att addera/ta bort ett skift?

Infrastruktur

Hur stor ansträngning skulle krävas för att få tillgång till mer produktionsyta?
Vilka typer av materialförflyttningslösningar används?
Vilka delar av er infrastruktur är möjlig att expandera relativt lätt?
Kan automationsgraden varieras?
Kan verktygsbyten automatiseras?
Kan fixturbyten automatiseras?
Kan maskinbyten automatiseras?
Kan byten av kontroller automatiseras?

Kundanpassningsbarhet

Är det möjligt att producera mer än produkterna i produktfamiljen i produktionsystemet?
Är hårdvaran exakt så flexibel som den behöver vara?
Är mjukvaran exakt så flexibel som den behöver vara?

En bedömning av rekonfigurerbarhet görs allra bäst i en tvärfunktionell grupp eftersom olika kunskaper om produktionssystemet och dess delsystem behöver analyseras. Viktiga funktioner att involvera är t.ex. produktionstekniker, underhållspersonal, arbetsmiljöansvariga och operatörer. Genom att tillsammans diskutera de olika frågorna ges en förståelse kring vad som skapar rekonfigurerbarhet och vilka begränsningar som finns i dagens system.

För att få en mer kvalitativ bedömning av rekonfigurerbarhetsnivån kan frågorna besvaras och kvantifieras i ett Excelbaserat verktyg. Detta verktyg kan användas för att bedöma i vilken grad det utvärderade systemet är rekonfigurerbart i form av ett tal från 0% - 100%. Det finns även mer avancerade verktyg att tillgå, men dessa kräver ofta stora kunskaper i simulering, optimering och matematik.

4 Avslutning

Handboken har utvecklats inom ramen för innovationsprojektet ”Nästa generations drivlinjeproduktion”, finansierat av Vinnova inom programmet ”Utmaningsdriven innovation”. Projektet (steg 1-2) bedrevs mellan 2016-2020 och var ett samarbete mellan Jönköping University, Högskolan i Skövde och Lunds Tekniska högskola. Industriella partners i projektet var Leax Group AB, IDC West Sweden AB, Volvo Lastvagnar AB, Volvo personvagnar motor Skövde, ÅF Industry AB.

Handboken är författad av följande forskare vid Tekniska Högskolan i Jönköping, Jönköping University.



Carin Rösiö
Docent
Produktionssystem
Carin.rosio@ju.se



Anette Karlton
Docent
Arbetsorganisation
Anette.Karlton@ju.se



Denis Coelho
Docent
Arbetsorganisation
Denis.coelho@ju.se



Björn Fagerström
Professor
Produktutveckling
bjornofagerstrom@gmail.com



Julia Trolle
Universitetsadjunkt
Produktionssystem
Julia.Trolle@ju.se



Simon Boldt
Doktorand
Produktionssystem
Simon.boldt@ju.se

4.1 Referenser och fortsatt läsning

Integrerad produkt- och produktionsutveckling

- Bruch, J., Bellgran, M. (2013). Integrated portfolio planning of products and production systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 155-174.
- Turkulainen, V., Ketokivi, M. (2011). Cross-functional integration and performance: what are the real benefits? *International Journal of Operations & Production Management*, 447-467.

Människa-Teknik-Organisation

- Berglund, M., Karlton, A., Eklund, J. & Karlton, J. (2020). HTO – A Concept of Humans, Technology and Organisation in Interaction, HELIX working papers 20:002, ISSN 1654-8213, Linköping University, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-171512>
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2007). Understanding and transforming work. The practice of ergonomics. ANACT, Lyon.
- Karlton, A., Karlton, J., Berglund, M., & Eklund, J. (2017). HTO – A complementary ergonomics approach. *Applied ergonomics*, 59, 182-190.
- Porras, J.I., Robertson, P.J. (1992). Organizational Development: Theory, Practice, and Research. In: Dunette, M.D. & Hough, L.M. (Eds). Handbook of Industrial and Organizational Psychology. Palo Alto: Consulting Psychologist Press Inc.

Förändringsledning och innovation

- Berlin, C., Berglund, J., & Lindskog, E. (2017) "Change agent infrastructure (CHAI)—a stakeholder analysis tool for ergonomics-and work environment-related change projects." In *Advances in Human Factors, Business Management, Training and Education*, pp. 715-726. Springer, Cham.
- Holden, R. J., Or, C. K., Alper, S. J., Rivera, A. J., & Karsh, B. T. (2008). A change management framework for macroergonomic field research. *Applied ergonomics*, 39(4), 459-474.
- Karlton, A. (2007). Forskarstött förändringsarbete i själva verket – Att förbättra arbetsituationen för 15 000 brevbärare. Doktorsavhandling. Avdelningen för industriell arbetsvetenskap, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Linköpings universitet. <http://liu.diva-por-tal.org/smash/record.jsf;jsessionid=975d726e602165a63654a455399f?searchId=1&pid=diva2:24205> (Res Gate)
- Repenning, N. P., & Serman, J. D. (2002). Nobody ever gets credit for fixing problems that never happened: creating and sustaining process improvement. *IEEE Engineering Management Review*, 30(4), 64-64.

Det agila projektet

- Beck, K., et al. (2001) The Agile Manifesto. Agile Alliance. <http://agilemanifesto.org/>
- Boeddrich, H., Ideas in the Workplace: A New approach towards organizing the fuzzy front end of the innovation process, (2004). *Creativity and innovation management*, 13 (4), 274-285.
- Gustafsson. T. (2019) Agile project management, Sanoma Utbildning, Stockholm.
- Niewöhnera, N., Asmara, L., Wortmann, F., Röltgena, D., Kühna, A., & Dumitrescu, R. Design fields of agile innovation management in small and medium sized enterprises," in CIRP Design conference, Povia De Varzim, 2019.
- Stacey. R., Complexity and Creativity. In Organizations. (1996). Berrett-Koehler. Michigan.

Planering, styrning och genomförande av projekt

- Project Management Institute. (2004). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Third Edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Project Management Institute, (2017). Agile Practice Guide, Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Organisering för ett agilt arbetssätt

- Hollnagel, E. (2020-05-25) <https://erikhollnagel.com/ideas/resilience-engineering.html>
- Karlton, A., Karlton, J., Berglund, M., & Eklund, J. (2017). HTO – A complementary ergonomics approach. *Applied ergonomics*, 59, 182-190.
- Karlton, J., Karlton, A., Havemose, K., & Kjellström, S. (2019). Positioning the study of first line managers' resilient action strategies. Proceedings 8th REA symposium Embracing resilience: Scaling up and speeding up Kalmar, Sweden, June 24-27, 2019. <https://doi.org/10.15626/rea8.20>
- Qin, R., Nembhard, D. A. (2015). Workforce agility in operations management. *Surveys in Operations Research and Management Science*, 20(2), 55-69.
- Sherehiy, B., Karwowski, W. (2014). The relationship between work organization and workforce agility in small manufacturing enterprises. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(3), 466-473.

Aktivitetcentrerad design i produktion

Bligård LO., Berlin C. ACD 3 as a framework for design of ergonomic workplaces. *Work*. 2019 Jan 1;62(1):5-12.

Hendrick HW., Kleiner BM. Macroergonomics: An Introduction to work system design. Santa Monica: *Human Factors and Ergonomics Society*. 2001.

Rekonfigurerbara produktionssystem

Boldt, S., Rösiö, C. Evaluation of Reconfigurability in Brownfield Manufacturing Development. (2020). Proceedings in The 9th Swedish production symposium, Jönköping, Sweden, October 7-8, 2020.

Koren, Y. (2010). The Global Manufacturing Revolution. In The Global Manufacturing Revolution. <https://doi.org/10.1002/9780470618813>

Mehrabi, M. G., M., Ulsoy, A. G., & Koren, Y. (2000). Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(4), 403–419. <https://doi.org/10.1023/A:1008930403506>

Napoleone, A., Pozzetti, A., & Macchi, M. (2018). A framework to manage reconfigurability in manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(11), 3815–3837. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1437286>

Rösiö, C. (2012). Supporting the design of reconfigurable production systems (Mälardalen University). Retrieved from: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:591325>

Wiendahl, H. P., ElMaraghy, H. A., Nyhuis, P., Zäh, M. F., Wiendahl, H. H., Duffie, N., & Brieke, M. (2007). Changeable Manufacturing - Classification, Design and Operation. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2007.10.003>