




**TEKNIK: ÄR:
SILVER:
STANDARD:
ÄR GULD...**



Om standarders värdeskapande roll i industrihistorien
och vad som händer nu när industrin digitaliseras.



Innehåll

Förord	3
Inledning	4
Del 1. Industriella Revolutioner och Standard värd Guld	6
<i>Värdet av standard</i>	8
<i>Vilka standarder finns det?</i>	12
<i>Standarders betydelse i industriella omställningar</i>	14
<i>Den första industriella revolutionen</i>	18
<i>Den andra industriella revolutionen</i>	20
<i>Standardiseringsorganen – ett system av och för samverkan</i>	24
<i>IEC – ITU – ISO</i>	26
<i>Andra organiserade standardiseringsintressen</i>	30
Del 2. Nästa industriella revolution och den digitala omställningen	32
<i>Den digitala omställningen</i>	34
<i>Dags att riva pyramiderna</i>	36
<i>Digital transformation</i>	38
<i>Hur långt har vi kommit?</i>	40
<i>Marknadsutveckling i Sverige och världen</i>	42
<i>Världsmarknaden är värd 3 500 miljarder</i>	44
<i>Leverantörsbranschens utveckling</i>	46
<i>Systemförändrande standardiseringsområden</i>	50
Del 3. 4S Erfarenheter från industriella projekt	68
<i>Utvalda projekt som fått stöd för standardiseringsarbete genom 4S</i>	70
Del 4. Reflektioner över den fortsatta utvecklingen	82
<i>Standarder och den digitala omvandlingen av industrin</i>	84

TITEL	TEKNIK ÄR SILVER STANDARD ÄR GULD
HUVUDFÖRFATTARE	ÖRJAN LARSSON
GRAFISK PRODUKTION	FRANGKLE
UTGIVEN	DECEMBER 2021
UTGIVARE	4S

4S

Förord

4S – Strategies and Standards for Smart Swedish Industry

4S är namnet på ett initiativ som förenar svensk utveckling för industrins digitalisering med det internationella standardiseringsarbetet inom ISO och IEC för *Smart Manufacturing*. Innovationsprogrammen PiiA (Processindustriell IT och Automation) och Produktion2030 är tillsammans med Lunds universitet, Blue Institute och standardiseringsorganen ISO/SIS och IEC/SEK huvudparter i projektet som finansieras av VINNOVA genom regeringens Samverkansprogram för en smart uppkopplad industri.

Det övergripande målet med 4S har varit att stärka Sveriges position inom den digitala industriutvecklingen genom aktiv medverkan i det omfattande standardiseringsarbete som pågår i världen. Genom att viktiga svenska utvecklingsprojekt givits möjlighet att söka ekonomiskt stöd har 4S öppnat fler dörrar för kommunikation mellan standardiseringsorganen, svenska forskare, teknikleverantörer och svensk tillverkande industri. Forskningsresultaten har kunnat ges praktiskt inflytande på det internationella standardiseringsarbetet och bidragit till långsiktiga fördelar för svensk forskning och svenska industri.

Att öka insikten om standarders betydelse för industrin och samhället har varit ett annat syfte med projektet, inte minst för den digitala utvecklingen som är nödvändig om svensk industri ska förbli konkurrenskraftig och kunna möta högt ställda hållbarhetsmål. Vi befinner oss just nu i början av ett industriellt skifte med starka drivkrafter för energi- och processomställning med digitalisering som en möjliggörande teknik. I den utvecklingen är industrin på väg att skapa många nya standarder som blir en viktig grund för kommande års industriutveckling och tillväxt.

Denna skrift är en del i 4S uppdrag som syftar till att beskriva och sprida kunskap om standardiseringsroll som värdeskapare i den industriella utvecklingen. Vi har valt att kalla den *Tekniken är silver, Standard är guld* – också som ett erkännande till de standardiseringsingenjörer och administratörer som genom mer än tvåhundra år av industriutveckling skapat stora samhällsvärden och bidragit till vårt välbefinnande. Standardiseringsarbetet har en spännande historia och en minst lika spännande framtid!

Charlotta Johnsson
Lunds Universitet

Peter Wallin
PiiA

Björn Johansson
Produktion2030

Niclas Widell
SIS

Thomas Borglin
SEK

Örjan Larsson
Blue Institute

1

Värdet av standardisering
och standardiseringens
utveckling sedan
industrialismens
barndom.

2

Den digitala förändringen
av industrin utifrån ett
omställningsperspektiv.

3

4S Erfarenheter
Industrinära projekt som
genomförts – sammanfattning
av varje projekts karaktär,
intressenter, utmaningar
och resultat.

4

**Reflektion över den
fortsatta utvecklingen**
– utmaningar i komplexitet,
snabb utveckling mot rörliga
mål och nödvändiga
skaleffekter på
global nivå.

Inledning

Struktur, konformitet och regler? Tanken på standardisering bär nog för de flesta till ordning, reda och ingenjörer i uthålligt arbete så att tekniken fungerar. Och visst är det sant att utan dessa insatser skulle industrin knappast se ut som den gör, men först när man låter sig vidga perspektiven ytterligare en aning klarnar bilden på riktig. Standardiseringens betydelse för både tillväxt och välstånd i världen växer fram och det uthålliga standardiseringsarbetet framstår plötsligt som hjälteinsatser i jakten på det dolda guldet i våra industrisystem.

Den här skriften kommer att handla om detta. Om hur standardiseringen sedan det industriella genombrottet under 1700/1800-talet alltså skapar enorma samhällsvärden. Den industriell revo-

lutionen tog fart när mekaniken standardiserades så att komponenter och delar blev utbytbara. I den andra stora omställningen blev massproduktionen möjlig tack vare systematiskt standardiserad elteknik. Nu står vi inför nästa industriella utmaning när produktionen måste bli hållbar och digitaliseringen förändrar förutsättningarna. Världen behöver göra om standardiseringstricket och bygga en solid grund för nästa industriparadigm, långt in i 2000-talet.

Skriftens första del handlar om värdet av standardisering och standardiseringens utveckling sedan industrialismens barndom. De grundläggande principerna för standardisering innehåller begrepp som *de facto standard* och *de jourstandards*. Vi går igenom dessa företeelser och tittar

II Standardiseringens betydelse för både tillväxt och välstånd i världen växer fram och det uthålliga standardiseringsarbetet framstår plötsligt som hjälteinsatser...

närmare på hur världen organiserar och samordnar standardiseringsarbetet. *ISO, IEC, ITU* är exempel på organ med centrala roller.

Den andra delen handlar om den digitala förändringen av industrin med en inledande översikt utifrån ett omställningsperspektiv där den västerländska industrin har ett kunskapsarv att förvalta och kombinera med möjligheterna som den nya tekniken ger. Vi ser också närmare på ett urval av väsentliga digitala standardiseringsområden som *referensmodeller, interoperabilitet, digitala tvillingar och industrins internet of things*.

I den tredje delen presenterar vi de industrinära projekt som genomförts. Inom 4S har sedan 2019 ett större antal utvecklingsprojekt med bäring på

industrins digitalisering och standardisering adresserats. I detta avsnitt ges exempel på projektens karaktär, intressenter, utmaningar och resultat.

I den fjärde och avslutande delen reflekterar vi över den fortsatta utvecklingen. Aldrig har standardiseringsarbetet mött en liknande utmaning i komplexitet, snabb utveckling mot rörliga mål och nödvändiga skaleffekter på global nivå. Allt detta skapar behov av effektiva internationella samarbeten mellan alla inblandade parter. Och allt detta skapar sannolikt större värden än någonsin tidigare i industrihistorien.

DEL



En standard kan definieras som en gemensam lösning på återkommande problem som till exempel att göra datorer och andra uppkopplade apparater kompatibla.

INDUSTRIELLA REVOLUTIONER

och Standard värd Guld

VÄRDET AV STANDARD

"Det är inte pengar som får världen att fungera – det är standarder".

Citatet är lånat från SIS och ett uttryck för standardiseringens plats i marknadsekonomin och som skapare av stora samhällsvärden. Kopplat till denna skrifs bärande tema om industrins digitalisering, tillhör de allra största värdena nätverkseffekterna. Men standarder minskar också osäkerheter och inläsningseffekter och kan skapa effektiv konkurrens på marknaden till fördel för marknadssystemet som helhet.

En standard kan definieras som en gemensam lösning på återkommande problem som till exempel att göra datorer och andra uppkopplade apparater kompatibla. Standardisering minskar osäkerheten vid val av produkter och reducerar inläsningseffekterna genom att erbjudanden från olika leverantörer kan blandas och matchas med varandra. Syftet är att skapa enhetliga och trans-

parenta rutiner som vi kan enas kring och som leder till *interoperabilitet* mellan de uppkopplade apparaterna. Transaktionskostnaden på marknader med asymmetrisk information minskar då och det fria flödet av information har en förmåga att nå de mest avlägsna platser och leder till effektivitet och ökade upplevda värden för de enskilda användarna/aktörerna. Standarder löser med andra ord koordinationsproblem vid val av teknologi på marknader med komplementära produkter och tjänster, och när interoperabiliteten ökar så blir nätverken och nätverkseffekterna större.

Ett sätt att definiera begreppet digitalisering är i själva verket det fria flödet av information (i vårt fall i de industriella värdekedjorna) och det fria flödet förutsätter standardisering för att fungera. Standardiseringen blir då en investering som fortsätter att ackumulera värden över lång tid beroende på dess inneboende kvaliteter. Oftast bryts utvecklingen först vid radikalare tekniskif-

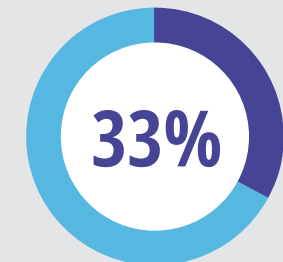
ten, men bygger inte sällan på varandra som till exempel i fallet med de olika generationernas mobiltelefoner.

Inom industriproduktionen innebär också undermåligt tillverkade produkter kostbara justeringar och omarbetningar. Standardiserade produktionsmetoder minskar fel och höjer både kvaliteten och effektiviteten i produktionen. Att använda standardiserade metoder gör det enklare att införa gradvisa förbättringar eftersom de kan introduceras uniformt genom hela produktionsystemet. Det gör det också lättare att identifiera områden som behöver förbättras för att öka effektiviteten. En av modern tids mest omfattande insatser inom kvalitetsområdet är standarden ISO 9000. Den är uppbyggd av ett antal olika delar eller kravelement som refererar till rutiner och processer inom en organisation. Standarden publicerades första gången år 1987 och har sedan dess utkommit i reviderade upplagor.

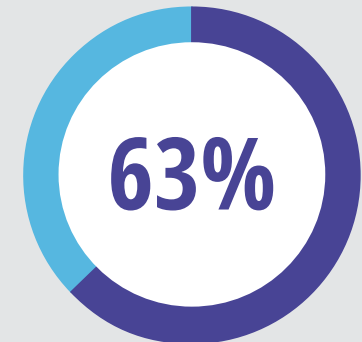


Interoperabilitet är förmågan hos olika system, ofta i datorsammanhang, att fungera tillsammans och kunna kommunicera med varandra. Exempel på detta kan vara att systemen kan använda samma protokoll, som TCP/IP eller HTTP, eller att de kan läsa och skriva samma filformat eller använda samma semantiska definitioner.

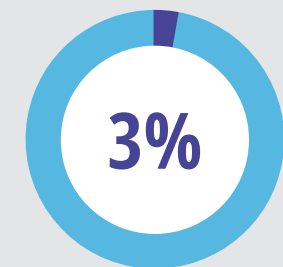
Betydelsen av framtida standarder



Viktigt



Extremt viktigt



Ingen åsikt

Figur 1: Enligt analysföretaget ARC:s undersökning anser en övertygande majoritet av respondenterna att det framtida värdet av standarder är viktigt och hela 63 procent att det är extremt viktigt.

Källa: ARC; What is the Value of Industry Standards in Today's World? 2020.

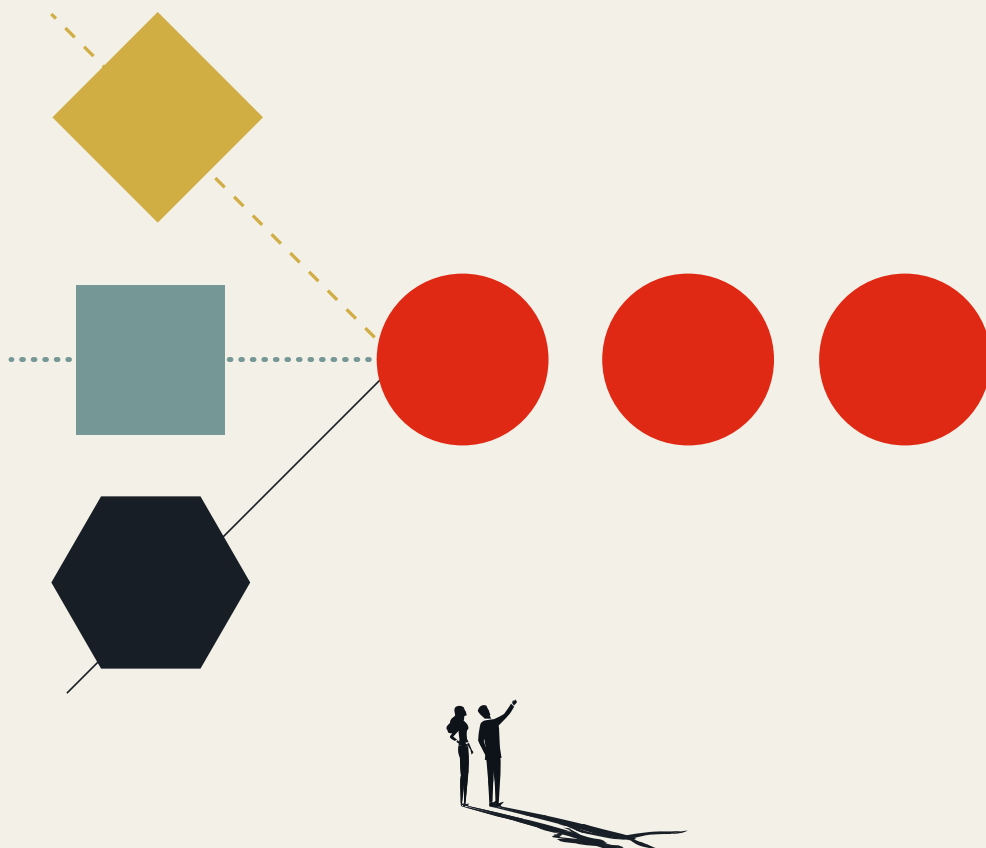
II En generisk baksida är att standardiseringen kan bromsa variationsrikedomen på produkter och att radikala uppfinningar som kan ha stora värden har svårare att nå ut.

Det är ganska lätt att se att standardiseringens styrka ligger i marknadsmässiga skaleffekter när många deltar, men obestridligen finnas även nackdelar. En generisk baksida är att standardiseringen kan bromsa variationsrikedomen på produkter och att radikala uppfinningar som kan ha stora värden har svårare att nå ut. Det finns heller ingen garanti för att de standardiseringsvägar som väljs är de bästa för enskilda företag eller konsumenter. För tillverkande företag kan standardisering leda till ökad priskonkurrens om väsentliga produkttegenskaper neutraliseras genom likriktande normer. Som konsument eller brukare kan man också råka dra det kortaste strået i tidiga produktintroduktioner. Ett klassiskt exempel är standardiseringskriget *The Videotape Format War* om videokassetter mellan JVC (VHS), Sony (Beta max) och Philips (Video 2000). Kriget pågick från slutet av 1970- till slutet av 1980-talet och som bekant gick VHS segrande ur den striden. "Format wars" är för övrigt ett återkommande fenomen genom historien för allt ifrån järnvägar- nas spårbredd, valet av lik- eller växelström eller dagens strid om laddningsstandard för elbilar. Utvecklingen inom standardiseringsområdet har de senaste decennierna förskjutits från en fråga om politiserad normbildning till marknadsbaserad självreglering. Inom många områden, inte minst inom det digitala informations- och kommunikationsområdet, förekommer som vi ska se

ett stort antal standardiseringsinitiativ som präglas av frivillighet och konkurrens. En fördel med konkurrens är att standardiseringsprocessen kan bli effektivare. Och effektiva processer behövs när brist på standarder blir till marknadshinder när rivaliserande icke-kompatibla initiativ konkurrerar och leder till marknadsfragmentering. Sådant kan kosta enorma resurser och i värsta fall döda lovande teknikutveckling. Fungerande standardisering på nivån av modularisering av systemarkitekturer kan å andra sidan leda till effektiv konkurrens och förkorta tiden till marknadsintroduktioner av nya produkter samtidigt som det bidrar till snabbare industriell adoption. När nu industrin är på väg att digitaliseras är allt detta frågor som står i rampljuset.



II Syftet med standarder är att minska onödiga variationer...



VILKA STANDARDER FINNS DET?

Termen *formell standard* eller *officiell standard* hänför sig till en specifikation som har godkänts av en standardiseringsorganisation till exempel ISO eller IEC. Det formella standardiseringsarbetet bedrivs av organisationer på nationell, regional och global nivå. Standarder som beslutas formellt kallas också för *de jure standard* (de jure betyder "enligt lagen") och innebär en överenskommelse om en gemensam lösning på ett visst problem. En gemensam lösning förutsätter som regel val mellan flera olika alternativ, urval som sker genom organiserade beslut innan den tekniska implementeringen kallas också selektion *ex ante* (i förväg). Uttrycket de jure hänvisar med andra ord till en utvald, överkommen standard som föreskrivs i juridiska krav eller generell hänvisar till någon formell standard. I verkligheten pågår denna process kontinuerligt inom de internationella standardiseringsorganen som ISO, IEC och ITU.

Termen *informell standard*, *industristandard* eller *de facto standard* (de facto är motsatsen till de jure) hänvisar till en specifikation, protokoll eller teknik som har uppnått bred acceptans och användning ofta utan att godkännas av någon officiell standardorganisation eller har fått officiellt godkännande först efter att den redan har uppnått spridd användning. Bland exempel på de facto-standarder som inte godkänts av några standardorganisationer brukar nämnas till exempel Apples TrueType-typsnitt och PCL-protokollet som används av Hewlett-Packard för datorskrivare. Sådana standarder kan tas fram

av intresseorganisationer och branschkonsortier med varierande geografisk omfattning. Branscher med snabb teknisk utveckling kräver också att nya standarder etableras snabbt och då är det vanligare med de facto standarder eftersom utvecklingen av formella standarder kan ta lång tid. De facto standarder är således vanliga inom den digitala utvecklingen. Bland typiska organisationer som bidrar till att skapa industristandarder inom industriell digitalisering finns till exempel IEEE, OPC eller Industrial Internet Consortium.

Standarder kan gälla en produkts eller tjänsts utformning men även terminologi, måttenheter och symboler. Syftet med standarder är som nämnts att minska onödiga variationer i utförande av komponenter, reservdelar och tillbehör och att underlätta utbyte av information. Skillnaden mellan standard och specifikation är inte skarp. En specifikation är alltid en beskrivning av en produkt eller del av en produkt. Ibland utvecklas en specifikation av ett företag som sedan överlåter den till någon standardiseringsorganisation som gör om den till en standard. Standarder får som regel användas fritt men tillgången till dokumentationen av standarden kan kosta pengar.

Nya standarder och grupper av standarder införs ofta vid större, generella, tekniskifften då många företag samtidigt släpper nya generationer av produkter. För lyckade marknadsintroduktioner är då kompatibilitet viktig för att ta industriutvecklingen vidare. Vi ska i nästa avsnitt se närmare på hur några få standarder historiskt fått mycket stor betydelse för den industriella utvecklingen.

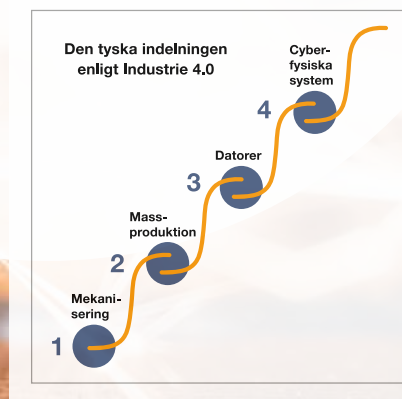
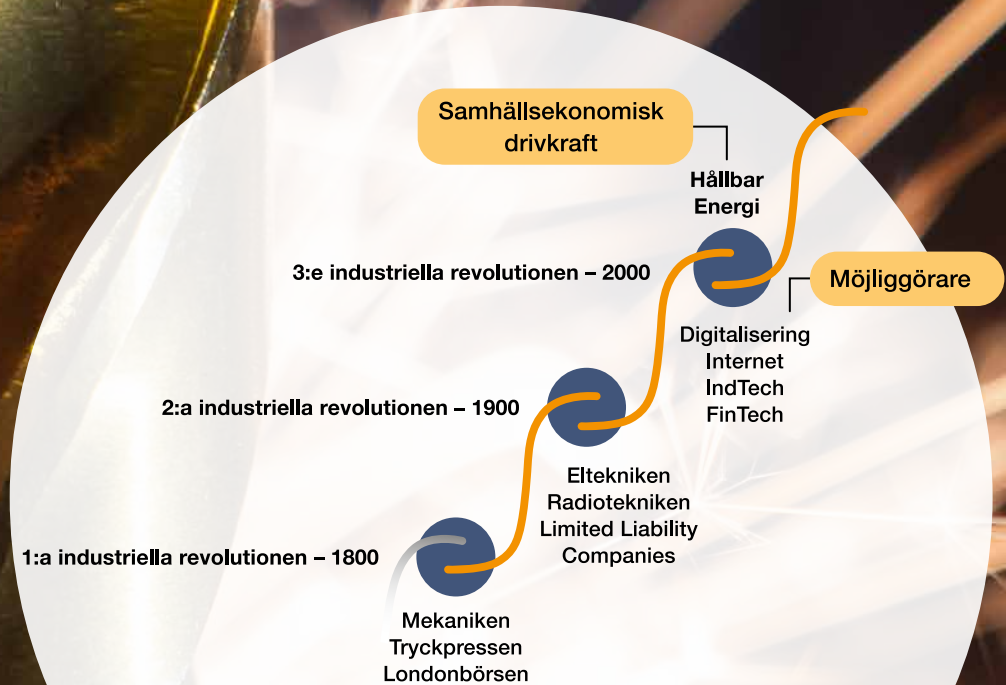
STANDARDERS BETYDELSE I INDUSTRIELLA OMSTÄLLNINGAR

I tider av större industriella teknikskiften har standardisering en särskilt viktig och långsiktig betydelse. Genom bra standarder kan övergångarna ske smidigare och mer resurseffektivt, samtidigt som det skapas ramverk som den fortsatta utvecklingen under lång tid kan hängas upp på. Vi ska i detta avsnitt titta närmare på historiens riktigt stora industriella omställningar och standardiseringens betydelse för dem utifrån en S-kurvmodell.

Sociologen Everett Rogers gjorde S-kurvan känd redan 1962. I boken *Diffusions of Innovations* används den som modell för hur innovationer (produkter och idéer) sprids över tiden i ett socialt system. Som aggregat av alla innovationer som vid vissa tider sammanfaller och leder till industriella brytpunkter kan kurvan också användas för att beskriva de stora industriella omställningarna. Precis som för enskilda innovationer och produkter börjar också stora industriella förändringar försiktig för att sedan växa till sig allt snabbare innan avtagande marginalnytta så småningom ger plats för nästa S-kurva att ta vid, i nästa paradigm.

Det förekommer olika förklaringsmodeller till var vi befinner oss i den industriella utvecklingen och inte minst varför. En hypotes framlagd av bland annat den amerikanska nationalekonomen *Jeremy Rifkin* (*The third industrial revolution*, 2011) antar att stora industriella skiften sker som konsekvenser av att energiförsörjningen i världen förändras. När andra möjliggörande effekter som till exempel berör information, kommunikation och kapital, sammanfaller i tiden sätts stora förändringar i rörelse.

Figur 2: Industriella revolutioner enligt Rifkins modell (överst) och underlaget för det tyska programmet för industridigitalisering som kallas Industrie 4.0 (underst).

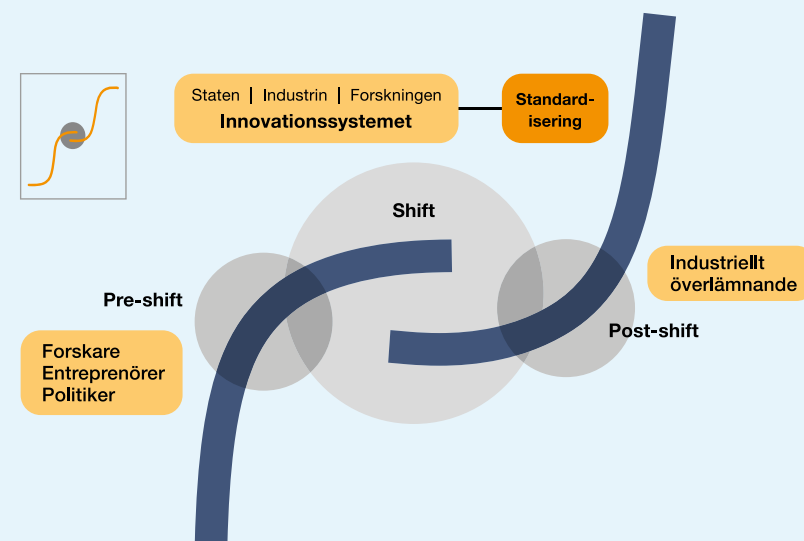




I den första industriella revolutionen sammanfaller användningen av kol med tekniska genombrott inom mekaniken (en förutsättning för ångmaskinens kommersialisering på 1800-talet), kommunikationsteknik (rotationstryckpressen, 1843) och att kapitalmarknaden förändras (Londonbörsen, 1801). På motsvarande sätt drevs den andra industriella revolutionen av elenergin, oljan, elektro- och radiotekniken och bolagsformer som begränsade det personliga ansvaret (Limit Liability Companies, LLC). Med samma antaganden är vi nu framme vid den tredje industriella revolutionen där omställningen till ett hållbart energisystem i kombination med digitaliseringen (genom nätverken, internet, IndTech, FinTech med mera) leder till nästa stora omställning.

Det tyska digitaliseringsinitiativet *Industrie 4.0* grundar sig i stället på en historieskrivning med teknikutveckling i fyra faser: mekaniseringen, massproduktionen, elektroniken/datoriseringen, och nu den så kallade cyberfysiska utvecklingen. Datorvärlden tvinnas samman med den fysiska verkligheten så att de kontinuerligt påverkar varandra. Konsortiet bakom *Industrie 4.0* har varit framgångsrika med att utveckla konceptet och positionera tysk industri och tyska teknikleverantörer på världsmarknaden. Begreppet har adopterats av såväl akademien, industrin och leverantörerna som synonym till den allmänna industridigitala utvecklingen.

Industriella systemskiften sker schematiskt sett överlappande (i vår modell mellan två S-kurvor,



Figur 3: Industriellt skifte i tre faser där innovationssystemet liksom standardisering spelar avgörande roller för att genomföra och stadfästa utvecklingen.

se figur 4) med en initial visionär fas där forskare, entreprenörer och inte sällan politiker driver på utvecklingen (medan den etablerade industrin av naturliga skäl möjligen avvaktar). Ett innovationssystem med akademien, industrin och offentliga insatser mobiliseras så småningom i en fas där innovationssystemet utvecklar och prövar ny teknik för att finna ut vad som är de bästa tillämpningarna (*best practice*) för industrin. Till sist följer en period där marknadssystemet blommar ut och tar över i den brantare delen av S-kurvan.

I den aktuella digitala omställningen av industrin befinner sig företag beroende på bransch och geopolitiska förutsättningar utspridd över dessa tre faser. I en internationell jämförelse ligger svenska företag generellt sett långt framme men

även här finns skillnader mellan olika typer av industrier.

Vid industriskiften spelar standardiseringen en avgörande roll för att befästa utvecklingen inte bara under själva övergången, utan för lång tid framåt. Standardisering gör storskalig tillverkning av samverkande, utbytbara, komponenter möjlig och gör kommunikation mellan industrin och dess leverantörer tydlig. Konfliktyrorna kan minska och rätt implementerad standard undviker kostsam parallellutveckling. I ett större perspektiv kan det nu vara värt att göra en kort återblick och se på hur industrialismens tidigaste standardiseringsförsök faktiskt fortfarande ger ringar på vattnet.

DEN FÖRSTA INDUSTRIELLA REVOLUTIONEN

Den industriella revolutionen fick sitt fäste i 1700-talets engelska textilindustri för att under 1800-talet ta fart och sprida sig genom Europa och vidare till Amerika. Mekaniken var den tidens möjliggörare och i mitten av 1800-talet började man också se värdet med precision i tillverkningen och utbytbarhet mellan komponenter i de mekaniska systemen. Standardisering blev den banbrytande metoden som kunde realisera värdeskapandet och med tiden skulle bli avgörande för den industriella utvecklingen. Standardiseringen tog både fram de värden som hängde ihop med ökad precision och utbytbarhet och skalade sedan upp dem genom att göra marknaden mer effektiv.

Skruvförband som med hjälp av gängmaskiner och givna specifikationer kunde göras identiska i långa serier är exempel på standardiserad precision, utbytbarhet och sänkta kostnader. Från att gängor mejslats fram i unika förband blev

nu muttrar och skruvar inom samma standard utbytbara. Denna enkla innovation fick enorma effekter på den engelska industriutvecklingen och på industrialiseringen i resten av världen. British Railways järnvägslinjer kunde enas om en standard i stället för olika anpassningar av skruvar och bultar beroende på leverantör och geografisk belägenhet. Standardiseringen fick också stor betydelse i Krimkriget (1853–1856) då Royal Navy tack vare Witworthgängen för första gången i den marina historien kunde massproducera båtmotorer (se även kurios i faktarutan).

Den första industristandarden (1841) anses vara *Joseph Whitworths* gänga, senare känd som British Standard Whitworth (BSW). Standarden specificerade vinkel, djup och radie och blev snart accepterad även utanför England. I USA utarbetades en gänga med liknande specifikation under benämningen American Unified Coarse, senare mer känd som UNC. Nu 180 år senare är BSW och UNC fortfarande gångbara mekaniktermer.

II Standardiseringen tog både fram de värden som hängde ihop med ökad precision och utbytbarhet...



The Crimean War began, and Sir Charles Napier demanded of the Admiralty 120 gunboats, each with engines of 60 horsepower, for the campaign of 1855 in the Baltic. There were just ninety days in which to meet this requisition, and, short as the time was, the building of the gunboats presented no difficulty. It was otherwise however with the engines, and the Admiralty were in despair. Suddenly, by a flash of the mechanical genius, which was inherent in him, the late Mr John Penn solved the difficulty, and solved it quite easily. He had a pair of engines on hand of the exact size. He took them to pieces and he distributed the parts among the best machine shops in the country, telling each to make ninety sets exactly in all respects to the sample. The orders were executed with unflinching regularity, and he actually completed ninety sets of engines of 60 horsepower in ninety days – a feat which made the great Continental Powers stare with wonder, and which was possible only because the Whitworth standards of measurement and of accuracy and finish were by that time thoroughly recognised and established throughout the country.

Källa: D. Waller, *Iron Men*, 2016



DEN ANDRA INDUSTRIELLA REVOLUTIONEN

Nästa industriella våg tog form under andra hälften av 1800-talet. Som en konsekvens av industriutvecklingen i Europa och USA började plötsliga kapacitetsutvidgningar att märkas av. Samtidigt hade de tillverkade produkterna blivit så sofistikerade att enskilda företag inte längre klarade alla konstruktions- och tillverkningsinsatser själva. Utvecklingen resulterade i specialisering och produktionsuppdelning mellan olika verkstäder. Som en konsekvens började företagen värdera marknadsandelar och konkurrensen ökade. För att möta den ökade konkurrensen satsades ännu mer på innovationsutveckling. Men utveckling som överdrivs kan diversifiera produktfloran för långt, och leda till tillkrånglade produkter och inkompatibilitet. Konkurrensen på den omogna marknaden ledde med andra ord till oordning. Det i sin tur skulle visa sig bli en viktig drivkraft för den fortsatta utvecklingen av standarder. Inte

minst blev det, som vi ska se, tydligt inom det elektrotekniska området.

Produktionsexpansionen på sent 1800-tal krävde billig arbetskraft. Standardiseringen av produktionsutrustning, råvaror och arbetsplatsernas utformning gjorde arbetarna högproduktiva redan efter snabb och enkel utbildning. Upphovsmannen till *management science*, *Frederick Winslow Taylor* (1856–1915), författade den kända *The Principles of Scientific Management* och Taylorismen slog igenom för att krönas med den strömlinjeformade bilproduktionen i Ford Motor Company. En T-Ford lämnade efter ständiga produktionsförbättringar sammansättningsbandet var tjugofjärde sekund. Det medförde att priset kunde sänkas. År 1908 kostade bilen 850 dollar för att i slutet av livscykeln (1927) sjunka till mindre än en tredjedel. Standardisering och skalfördelar gjorde att Fordismen blev synonymt med standardiseringsarbete och massproduktion.

Det finns en anekdot om Henry Ford som sägs ha salufört vilken färg som helst, bara den är svart på modell T, bilen som revolutionerade fordonsindustrin. Under tolv år lackerades T-Forden med svart snabbtorkande asfaltlack och först 1924, med cellulosalackens genombrott, kom en grå version som följdes av andra kulörer och den sista tillverkade bilen var faktiskt grön.

Standardiseringen av produktionsutrustning, råvaror och arbetsplatsernas utformning gjorde arbetarna högproduktiva redan efter snabb och enkel utbildning.

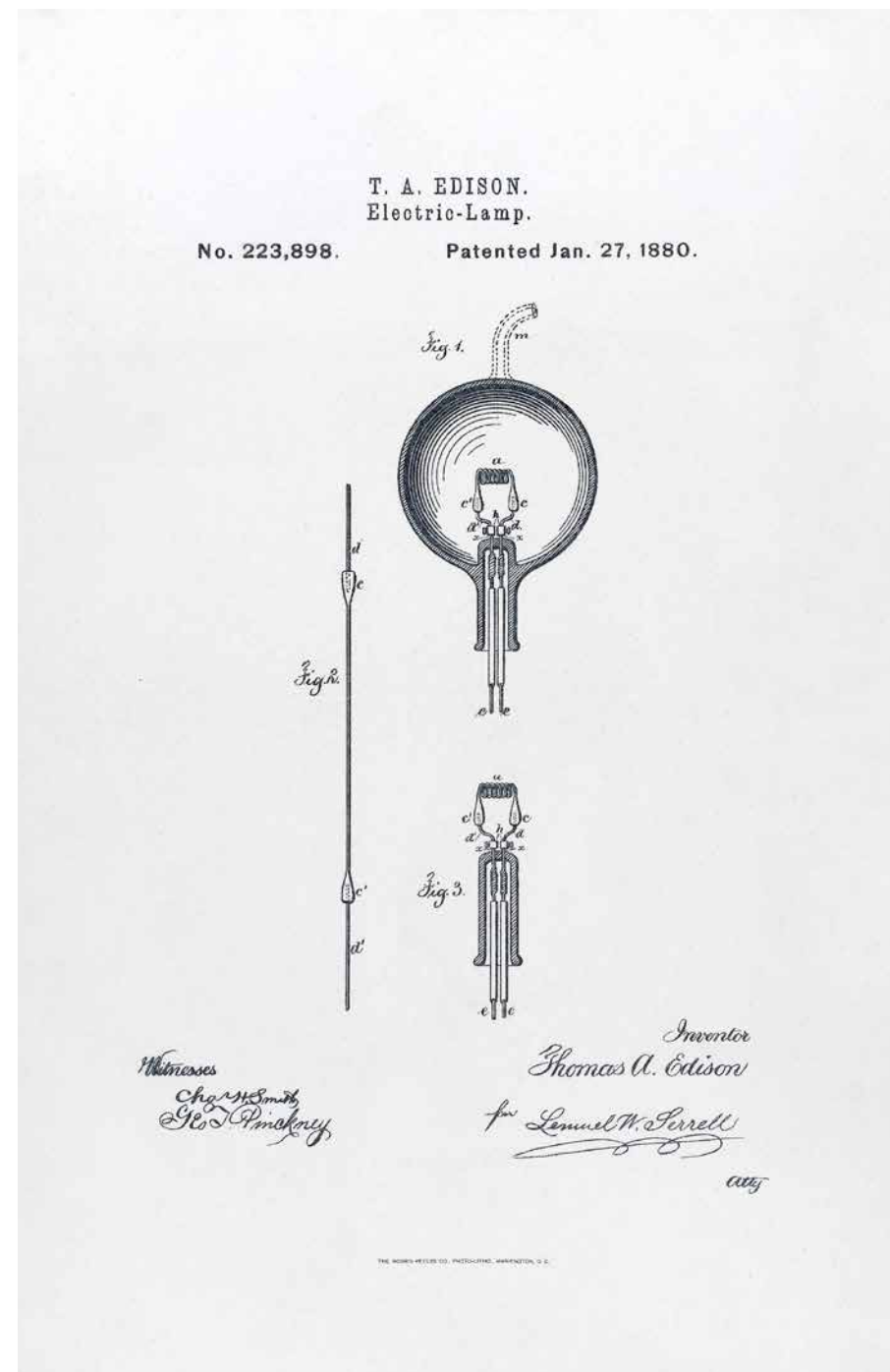
Den ökade uppmärksamheten på produktionsmetoder födde en bransch av teknikleverantörer och ambitionen att effektivisera och standardisera produktionsutrustningen växte. I början på 1890-talet började elektrifieringen ta över efter ångmaskiner och vattenhjul inom tillverkningsindustrin. Elmotorn var mer effektiva än små ångmaskiner med låg verkningsgrad och höga förluster genom de centrala transmissionsystemen. Elen skapade också flexibilitet. Det blev enkelt att ändra i produktionsflödena när varje maskin hade en inbyggd drivkälla och på köpet minskade underhållskostnaderna. Man kunde se effektivitetsvinster på mer än trettio procent tack vare elektrifieringen som var som mest intensiv mellan åren 1900 och 1930. Samtidigt byggdes kraftproduktionen och elnäten ut och priset på el minskade drastiskt.

Framväxten av den elektrotekniska industrin representerade ett skifte mellan S-kurvor som inte behövde ta större hänsyn till befintliga installationer eftersom övergången från ångmaskiner och vattenhjul verkligen var en stor (*disruptiv* skulle vi säga idag) förändring. Elektriciteten och elmotorn fick avgörande betydelse för effektiviteten i värdekedjorna på motsvarande sätt som dataströmmar och datorer är på väg att få idag. Frånvaron av historiskt bagage gjorde att den elektrotekniska industrin blev en av de första branscherna som tog sig an standardisering i ett internationellt system av normer, produktansvar och lagar. Det var också nödvändigt på grund av de risker som kännetecknar eltekniken och snart

stod det klart att effektiva standarder bara kunde utvecklas med nödvändig kunskap. Standardiseringsarbetet togs succesivt över av branshintressen och sammanslutningen IEC (*International Electrotechnical Commission*) grundades så tidigt som 1906. *The International Organisation for Standardisation, ISO* som tillgodoser standarder utanför det elektrotekniska området grundades som jämförelse först år 1947.

IEC blev instrumentella i att utveckla och distribuera standarder för måtenheter som *gauss*, *hertz* och *weber* och föreslog också ett system för standarder, *Giorgisystemet*, som föregångare till *SI – Système International d'unités*. År 1938 publicerades ett internationellt vokabulär som förenar terminologin inom det elektrotekniska området också känt som *Electropedia* och som fortfarande är ett viktigt arbete för industrin.

Standardisering av elmotorers fysiska dimensioner sträcker sig tillbaka till 1920-talet och reglerar bland annat axelhöjder och flänsmått, medan andra standarder bestämmer uteffekten på motorns axel. Till det kommer testprotokoll, systemdesign och säkerhetsanvisningar. Resultatet blir att motorer av olika fabrikat är utbytbara inom ett givet standardområde och att maskinbyggare i sin tur kan standardisera sina konstruktioner. Effekterna av detta kommer industrin till godo som effektivitet och stor flexibilitet till värden som samlade över hundra år är enorma. Det är också en handfast illustration till varför standardisering är en del av samhällsekonomin som skapar stora värden.



STANDARDISERINGS- ORGANEN – ETT SYSTEM AV OCH FÖR SAMVERKAN

Konsensus är standardiseringens fundament. När företag, användare, intressentgrupper, standardiseringsorgan och regeringar kommer överens skapar standarder kompatibilitet, interoperabilitet, repeterbarhet och säkerhet. Inom samhällsvetenskapen ligger idén om standardisering nära koordinerings- och spelteori med den kända hypotesen om fångarnas dilemma vars lösning är samarbete. Alla kan få fördelar men bara genom ömsesidiga konsistenta beslut. Att FN och ISO sedan 1947 samverkar för att standardisering ska vara en prioriterad världsfråga är därför inte märkligt. Standardisering är högt prioriterad därför att den skapar väsentliga samhällsfördelar. I slutet av 1800-talet hade, som vi sett, den tekniska utvecklingen nått så långt att skillnaden

mellan produkter från olika företag började bli ett hinder för både handel och praktiskt användande. När konstruktörer och montörer inte kom överens om mått och vikter började allvarliga ekonomiska motstånd uppstå för industrialiseringens fortsatta utbredning. Därför etablerades världens första standardiseringsorgan *Engineering Standard Committee* i London, 1901. Efter första världskriget växte liknande nationella organisationer upp i världen. Det tyska *Deutsches Institut für Normung, DIN* etablerades 1917 och följdes ett år senare av amerikanska *National Standard Institute, NSI* och franska *Commission Permanente de Standardisation*.

I Sverige var det Industriförbundet och Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, som 1922 tog initiativet till att bilda *Svenska Industriens Standardiseringskommission* numera *SIS*. Men elektrotekniken var

som nämnts tidig och redan 1907 grundades den ursprungliga organisationen *Svenska Elektrotekniska Kommittén, SEK*, som en svensk nationalkommitté av IEC. År 1919 bildades Elektriska Standardiseringskommittén, ESK, med Sveriges Elektroindustriförening som huvudman. År 1937 sammanslogs SEK med ESK och bildade Svenska Elektriska Kommissionen, SEK som 2007 bytte namn till SEK *Svensk Elstandard*.

Huvudman för standardiseringen i Sverige är *Sveriges Standardiseringsförbund* som också ansvarar för det officiella registret över svensk standard. De tre svenska organisationerna som, var och en inom sitt område, fastställer svensk standard är *SIS, SEK Svensk Elstandard* och *ITS, Svenska Informations- och Telekommunikationsstandardiseringen*.

De tidiga initiativen ledde till att standardiseringsarbetet systematiserades först lokalt och inom snabbväxande områden som elektrotekniken, sedan alltmer brett och alltmer regionalt och internationellt. Idag finns ett omfattande system av samverkan mellan erkända nationella, regionala och internationella organ i sin tur omsvärnade av tusentals frivilliga intresseorganisationer verkande för nyttig standardisering i varje vrå av samhället. Att gå för djupt i detaljerna blir till specialintressen men de globala strukturerna som kännetecknas av de stora organen IEC, ISO och ITU, finns det anledning att titta närmare på.

II...för att undvika tekniska handelshinder och säkerställa konsistenta tekniska föreskrifter...

De internationella standardiseringsorganisationerna ISO, IEC och ITU har strategiska partnerskap med Världshandelsorganisationen WTO.

Världshandelsorganisationen WTO handhar reglerna för handel mellan de 162 medlemsländerna. En viktig del av WTO:s handelsavtal är TBT-avtalet (Technical Barriers to Trade) för att undvika tekniska handelshinder och säkerställa konsistenta tekniska föreskrifter, standarder och bedömningskriterier som länderna kan använda för att undvika onödiga tekniska handelshinder.

International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC) och International Telecommunication Union (ITU) har alla strategiska partnerskap med

WTO. Standarder som utvecklats av IEC, ISO och ITU överensstämmer med WTO:s TBT-kommittés principer för utveckling av International Standards. Standarder som utvecklats av dessa organisationer respekterar principerna om öppenhet, transparens, opartiskhet och konsensus, effektivitet och relevans, sammanhang och utvecklingsdimension, godkända av WTO:s TBT-kommitté.

Politiker och andra beslutsfattare kan på så sätt använda IEC, ISO eller ITU International Standards med förvisning om att de uppfyller WTO:s skyldigheter och inte skapar onödiga hinder för internationell handel.





IEC ITU ISO

IEC – ITU – ISO

Det tidiga 1900-talets elektrifiering bars fram av ett ivrigt entreprenörskap. Många kände sig manade att ta sig an den snabbt växande marknaden. Alla på sitt sätt med egna regler för storheter som spänning, ström, frekvens liksom för dokumentation och specifikations sätt. Beroende på vilken leverantör som valts kunde närmaste grannar ha fullständigt inkompatibla elsystem. Sett som en expanderande marknad blev situationen förstas ohållbar. I samband med världsutställningen i St Louis 1904 konstituerades därför IEC, *International Electrotechnical Commission* med Lord Kelvin som sällskapets första president. Redan då deltog fjorton länder och ett omfattande normeringsarbete som än idag lämnar tydliga spår kunde påbörjas.

SEK Svensk Elstandard är den svenska organisation som idag tillhör IEC:s sammanslutning. I Tyskland fyller DKE motsvarande roll och förtjänar att särskilt nämnas med anledning av deras avsevärda inflytande. Att vara en stor spelare och bidra med experter och sekretariat i internationella arbetsgrupper beskrivs som DKE:s "bords-

silver" i ett över tiden uppbyggt och värdefullt kapital. Parallellt med dagens tyska initiativ Industrie 4.0 saknas inte.

Den första standardiseringsorganisationen med ett riktigt internationellt uppdrag var the *International Telegraph Union*, nu: *International Telecommunication Union*, ITU. Den 17 maj 1865 undertecknade tjugo länder den första Telegrafkonventionen, helt enkelt nödvändig för att koppla samman de nationella telegrafnäten med varandra. Med telefonens och radions tillkomst utvidgades ITU:s arbete snart till att omfatta standarder för telekommunikation i bred mening.

Internationella teleunionen delar upp världen i tre regioner, *ITU regions*, med syftet att hantera det globala radiospektrumet. Varje region har sin egen uppsättning av frekvenstilldelningar, även det huvudsakliga skälet för att definiera regionerna.

Region 1 består av Europa, Afrika, Mellanöstern väster om Persiska viken inklusive Irak, tidigare Sovjetunionen och Mongoliet.

Region 2 består Amerika, Grönland och delar av östliga öar i Stilla havet.

Region 3 består huvudsakligen av Asien utom tidigare Sovjetunionen, Iran och länder öster om Iran, samt större delen av Oceanien.

Dagens ISO har en föregångare i ISA, *International Federation of the National Standardizing Associations*. ISA grundades 1926 med ambitionen att samordna alla tekniska standarder och normer. Efter kriget närmade sig FN och ISA varandra med avsikten att skapa ett nytt globalt standardorgan, och 1946 enades delegater från tjugofem länder i London om att skapa det moderna ISO som officiellt började verka i februari 1947.

ISO har i regel en lokal organisation i varje land, en *NSB*, *National Standards Body* som kan vara privat, offentlig eller kombinationer därav. I Sverige har SIS den rollen. I Tyskland *DIN*, i USA *ANSI* och i Frankrike *AFNOR* osv. Totalt finns det 165 medlemmar i världen och cirka 2 700 tekniska arbetande kommittéer.

För att göra bilden komplett behöver även den regionala samordningsnivån nämnas. Standardiseringsorgan på den nivån finns i form av *Europeiska kommittén för standardisering – CEN*, *europiska kommittén för elektroteknisk standardisering – CENELEC* och *Europeiska telekommunikationsstandardinstitutet – ETSI* som är en organisation med 800 medlemmar i form av nationella standardiseringsorganisationer, tillverkare och användare. *ITS* är utsedd att representera Sverige i ETSI.

I Europeiska unionen erkänns endast standarder som skapats av CEN, CENELEC och ETSI som europeiska standarder och medlemsstaterna är skyldiga att meddela Europeiska kommissionen och varandra om alla utkast till tekniska föreskrifter om IKT-produkter och tjänster innan de antas i nationell lag. I Europa finns även Institutet för referensmaterial och mätningar, *IRMM*. Ytterligare ett femtontal regionala organisationer finns för olika världsdelar.

Tillsammans täcker ISO standardisering inom de flesta områden med tre undantag: det ena är elektroteknik och elektronik som täcks av IEC. Det andra är telekommunikation som täckas in av ITU. Det tredje är IT eller informationsteknologi som hanteras genom ett samarbete mellan ISO och IEC, som går under benämningen *JTC1*, *Joint Technical Committee 1*, vars syfte är att utveckla, underhålla och främja standarder inom informationsteknik och informations- och kommunikationsteknik. Många av dessa är aktuella för industrins digitalisering, som exempel: säkerhet, portabilitet, interoperabilitet, användargränssnitt, harmoniserat språkbruk, prestanda och kvalitet med mera.

Det bör till sist understrykas att IEC, ISO och ITU, till skillnad från de flesta branschorgan och andra privata standardiseringsinitiativ, representerar sina medlemmar (länder) med jämställda röstetal, det vill säga ett land en röst.

ISO:s standardiseringsprocess

Varje lands medlemsorgan som har intresse av en kommittés arbete har rätt att vara medlem i den kommittén. Standarder uppnås genom samförstånd med varje medlemsorganisation som representerar intressen hos leverantörer, tillverkare, konsumenter, yrkesgrupper och regeringen i landet.

Varje standard genomgår en sexstegsprocess innan den publiceras som en ISO-standard:



I Sverige är standardiseringsverksamheten privat. Särskilda lagar, förordningar och myndighetsföreskrifter och hänvisningar i allmänna råd reglerar användning av standarder inom olika områden. Det finns ingen generell lagstiftning om standardisering i Sverige.

Swedish Standards Institute (SIS), SEK Svensk Elstandard (SEK) och Informationstekniska standardiseringen (ITS) är de tre standardiseringsorgan som utför det formella standardiseringsarbetet. De är ideella föreningar med juridiska personer och myndigheter som medlemmar. Dessa organ samordnas av **Sveriges Standardiseringsförbund** som sedan 2012 tagit över de väsentliga delarna av verksamheten inom Sveriges Standardiseringsråd som i sin tur etablerades år 2001 samtidigt som antalet erkända organisationer minskade från nio till de tre nuvarande. Sveriges Standardiseringsförbund ska främja standardiseringen i Sverige, verka för användning av standarder, genom samverkan effektivisera standardiseringen och ansöka om statliga uppdragsmedel.

I Sverige finansieras standardiseringsarbetet med bidrag från staten, medlemsavgifter, projektavgifter och intäkter från försäljning av standarder och andra produkter och tjänster.

ANDRA ORGANISERADE STANDARDISERINGS-INTRESSEN

Naturligtvis kan teknisk samordning mellan företag uppnås genom ömsesidigt förpliktande avtal, utan inblandning av standardiseringsorganisationer. Men om flera frågor måste samordnas mellan fler än två parter blir det hela snabbt oöverskådligt och kostnaderna skjuter i höjden. Därför är en god anledningen till att företag deltar i standardutveckling och är medlemmar i standardiseringsorganisationer, att undvika resurskrävande hinder och spara pengar. Frivilliga standarder är lösningen på samordningsproblem som annars skapar ineffektivitet.

I en utveckling över många decennier mot *externiserad* standardisering, kan standardisering genom frivilliga organisationer ses som det andra steget (efter samordning genom ömsesidiga avtal). Industrin började använda inte bara sina egna standarder utan också de som utvecklats samordnat av branschföreningar och liknande sammanslutningar. Standarder som ofta nådde de nationella och internationella standardiseringsorganisationerna för att stadfästas som officiella standarder.

Men i en marknadsekonomi fattar företagen ändå i första hand beslut som baseras på de egna strategierna och affärsförutsättningarna. Standardiseringsorganisationerna står därför alltid inför marknadens utmaningar och är beroende av

att vara attraktiva i sin bransch. De måste publicera relevanta standarder i rätt tid och eftersom de är ideella organisationer måste de täcka sina egna kostnader genom att tillhandahålla standarder och kringtjänster som till exempel utbildning. De behöver attrahera och behålla företag som sina medlemmar och säkerställa både utveckling och underhåll av standarder på ett öppet och koncessivt sätt.

De oberoende standardiseringsinitiativen förekom tidigt som privata sammanslutningar. 1800-talsfenomenen innebar upprinnelsen till många av dagens institut genom sammanslutningar som ICE (1818), IEE (1871), IMechE (1847), ASME (1881), VDE (1893) och föregångaren till IEEE, AIEE (1883). Standarder som utvecklats av dem klassificerades som frivilliga och kallades också konsensusstandarder. Antalet oberoende standardiseringsintressen i världen kan idag räknas till tusentals om industrins hela bredd och djup görs föremål för frivillig standardisering. Alla dessa sammanslutningar är viktiga för tillkomsten av officiella standarder och för marknadernas funktion.

Även med avgränsning till industriell IT, automation och digitalisering är mängden nationella, regionala och branschriktade organisationer

som också arbetar med standardisering mycket stor. Speciellt om man till det konvergerande området industriell digitalisering även räknar in telekommunikationsområdet. Bland de namnkunniga återfinns exempelvis: IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), IETF (*Internet Engineering Task Force*), W3C (*World Wide Web Consortium*), TAPPI (*Technical Association of the Pulp and Paper Industry*), SSG (*nu Standard Solutions Group*) är ett svenskt initiativ sprunget ur skogsindustrin på 1960-talet, ASAM (*Association for Standardization of Automation and Measuring Systems*), ATIS (*Alliance for Telecommunications Industry Solutions*), AUTOSAR (*AUTomotive Open System Architecture*), TIA (*Telecommunications Industry Association*).

Ett exempel på ett privat organiserat standardiseringsintresse av stor betydelse för automationsindustrin är *OPC Foundation* (Open Platform Communications, tidigare uttolkat som OLE for process control, OPC). Initiativet har 750 medlemmar världen över, de flesta inom leverantörsindustrin för automation och industriell IT. OPC utvecklades av automationsbranschen tillsammans med Microsoft redan 1995 och kom under de följande tio åren bli ett av de mest förekom-

mande sätten för datakommunikation inom automationsområdet. Ur behoven av modellbaserade data och större plattformsoberoende har senare konceptet OPC UA (OPC Unified Architecture) utvecklats.

Vi har i detta avsnitt tittat närmare på standarders och standardiseringsorganisationernas betydelse för den industriella utvecklingen. Hur ett avancerat globalt ekosystem av standardiseringsintressen under tvåhundra år utvecklats och samverkar på ett sätt som får såväl fysiska, mentala som ekonomiska hjul att snurra snabbt och friktionsfritt så att det adderar till samhällets tillväxt och välbefinnande.

I nästa del av skriften öppnar vi för en ny fas av industriutvecklingen där digitaliseringen spelar en av huvudrollerna. Avsnittet inleds med grunderna till den digitala omställningen för att sedan titta närmare på marknadsperspektivet och leverantörsindustrins strukturomvandling. Den industridigitala utvecklingen behöver studeras med marknadskrafterna i beräkningen. Det gäller speciellt nu när vi är på väg att lämna den ofta offentligt subventionerade utvecklings- och demonstrationsfasen och de kommersiella krafterna tar över. Avsnittet avrundas med en översikt av några viktiga standardiseringsområden av stor betydelse för framtida industriutveckling.

|| Antalet oberoende standardiseringsintressen i världen kan idag räknas till tusentals...

DEL

2

Digitaliseringen innebär att industrins operationella produktionsteknik, det administrativa IT-området och den nya digitala utvecklingen med fenomen som sakernas internet och AI möts, integreras och skapar nya förutsättningar för hur verksamheter kan bedrivas.

NÄSTA INDUSTRIELLA REVOLUTION

och den digitala omställningen

1 0 1 1
0 0 1 0

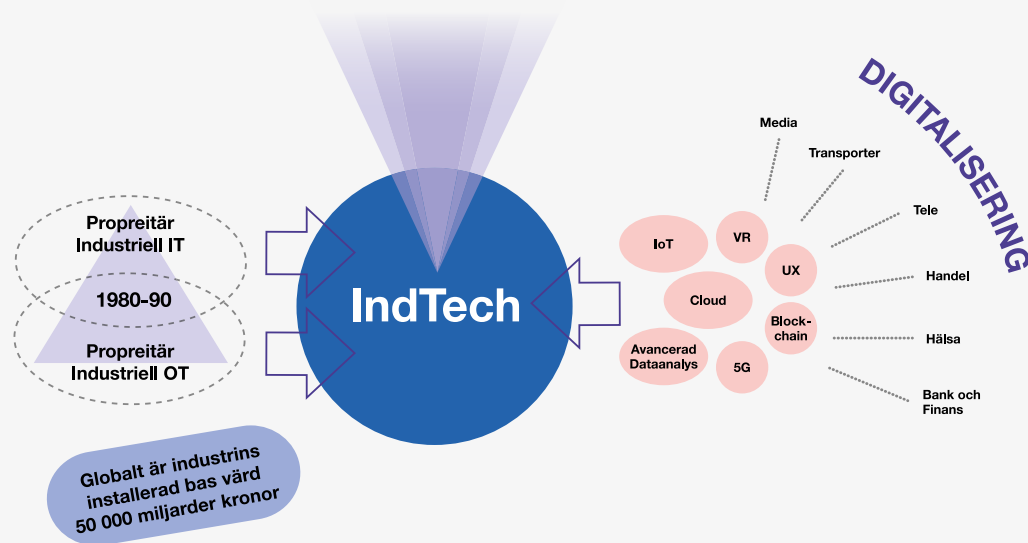
DEN DIGITALA OMSTÄLLNINGEN

Digitaliseringen innebär att industrins operationella produktionsteknik, det administrativa IT-området och den nya digitala utvecklingen med fenomen som sakernas internet och AI möts, integreras och skapar nya förutsättningar för hur verksamheter kan bedrivas. Grundvärdena handlar om ökad effektivitet genom produktivitet och resursanvändning, och utvecklade kundfördelar

med nya affärsmodeller och nätverksbaserade relationssystem.

Mer data i friare flöden ger nya möjligheter. Både industriell OT och IT har rötter i sent sjuttitalets begynnande datorisering och båda områdena influeras nu av digital teknik som molntjänster och avancerad dataanalys. Effektivare informationsutbyte mellan OT- och IT-nivån i industrin representerar stora värden som kan frigöras med

IndTech innebär att teknik från olika områden och tider möts, utvecklas och förändrar villkoren för industrin genom att göra digital transformation möjlig!



Figur 4: Modellen för IndTech: traditionell automation och IT, ofta propreitär med rötter i 80- och 90-talet, möter ny digital teknik som ger utvecklingsmöjligheter på en världsmarknad värd över 400 miljarder USD. De digitala lösningarna har ofta helt andra ursprung än industriella; media, handel och bank/finans ligger tidigare i den digitala omställningen.

bättre integration. Medan ökat datautbyte i värdekedjorna höjer effektiviteten emellan företag och i hela det industriella systemet. Ovanpå det skapar mängden av tillgängliga data möjligheter till nya affärsmodeller och organisationsformer.

Samlingsbegreppet för förändringen brukar kallas den fjärde industriella revolutionen (Industri 4.0), *industrins digitala transformation*, *smart industri* eller *smart manufacturing*. Ytterligare ett begrepp som används för att markera att praktisk digitalisering handlar om att kombinera befintlig teknik med nya fenomen, är IndTech. IndTech-tanken adressera också det bakomliggande marknadssystemet eftersom det har avgörande betydelsen för utvecklingen. De företag och institutioner som tar fram och tillverkar tekniken agerar på en världsmarknad värd över 400 mdr USD, som växer betydligt snabbare än industrigenomsnittet och där Sverige har en ovanligt stark position. Till marknadssystemet räknar vi också betydelsen av starka akademiskt inslag där grund- och tillämpad forskning gör att teknikleverantörerna kan ta fram konkurrenskraftiga produkter.

I västvärlden är industriella så kallade *greenfields* (det vill säga nyetableringar) ganska sällsynta medan *brownfields* (att bygga vidare på befintliga industrianläggningar) desto vanligare. Den stora installerade basen av äldre men väl fungerande teknik anses ibland begränsa tempot för digitaliseringens utbredning. Men den installerade basen av IT och datoriserad automationsteknik kan lika väl ses som en spegling av det massiva kunskapskapitalet bakom svenska industriframgångar. I de flesta avseenden är Sveriges exportframgångar baserade på en högt datoriserad och redan datadriven produktion som rätt utnyttjad blir en effektiv språngbräda för den fortsatta digitaliseringen.

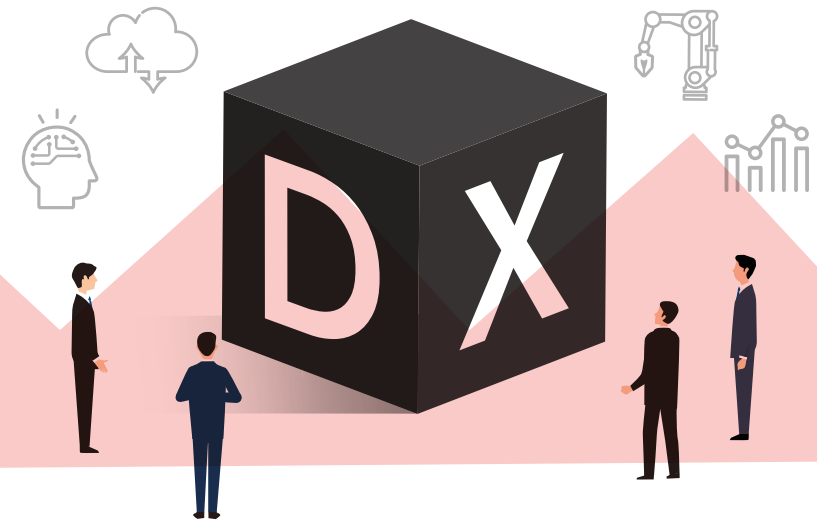
Ordet *digitalisering* avser vanligtvis kombinationer av mobilitet, moln, plattformar, social interaktion, sakernas internet, AI och stora datamängder. *Industriell IT* omfattar en sedan slutet av 1970-talet växande marknad för produktutvecklingsstöd, resurshantering, produktion, affärer och administration av underhåll och anläggningstillgångar. Medan *OT* (operationell teknik), också med rötterna i sent 1970-tal och mikrodatorn, representerar installationerna på fabriksgolven med styrsystem, sensorer, ställdon, driv- och elsystem, instrumentering och robotar.

Motiven för de tre områdenas närmande är starka. Systemintegration, avancerad analys och ökad automation kan ge tiotusentals miljarder kronor i effektivitetsförbättringar varje år (PiiA och Blue Institute, AI & Digitala Plattformar, 2019). Samtidigt har de digitala lösningar som driver förändringen för det mesta utvecklats utanför industrin. Media, handel och finanssektorn ligger före i digitaliseringen och IndTech innebär därför utmaningar när teknik från andra branscher adopteras. Men likväl är det möjligheterna som skyndar på innovationssystemet och den tekniska standardiseringen och kommer att visa sig som en omställning av världens industri.

DX är en aktuell förkortning för digital transformation som används av både leverantörer och andra organisationer. "DX is the integration of digital technology into all areas of a business, fundamentally changing how you operate and deliver value to customers. It's also a cultural change that requires organizations to continually challenge the status quo, experiment, and get comfortable with failure."

CIO-Wiki

Förenklat kan de tre områdena (enligt figur 5) ses som vertikaler korsande befintliga IT- och OT-domäner så att gammalt och nytt stegvis kan integreras och förutsättningar uppstår för digital transformation av verksamheter. **Med den logiken kallas triaden IoT, moln och analys ibland också för Digital Transformationsteknik (DX).**



II... genom praktisk integration mellan datorer, organisationer, människor och företag, eliminera informationssilos.

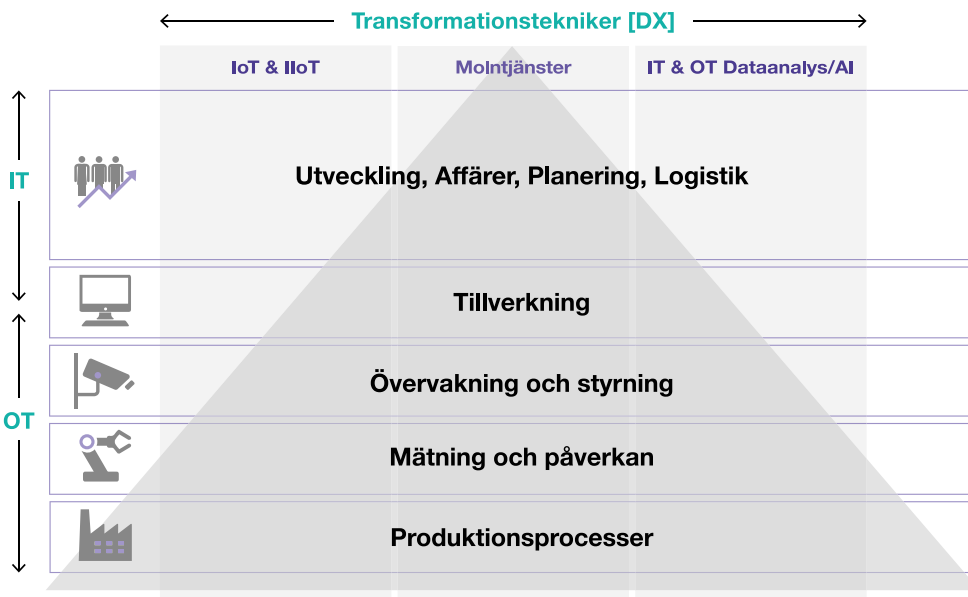
DAGS ATT RIVA PYRAMIDERNÄ

Digitalt integrerade produktions-, affärskoncept och organisationsmodeller är industrins möjlighet att möta ökande konkurrens och utmaningarna med resursknapphet, klimat- och miljöhot. Utgångsläget är nästan alltid en allmänt accepterad modell som kallas Automationspyramiden (ISA 95, International Society of Automation) där operationell teknik (OT) återfinns närmast produktionen och IT för verksamhetsstöd placeras ovanför (se figur 5). Men digitalisering handlar om att frigöra data för att skapa värden i allt ifrån reglerkretsar på fabriksgolven, genom administrativ automation, utvecklade affärsmodeller och allt som finns däremellan. Att de hierarkiska synsätten och arkitekturerna då behöver lösas upp har diskuterats länge. Men industrivärldens stora installerade bas av fungerande teknik gör radikala förändringar ovanliga. I verkligheten handlar

det om successiva förbättringar och att på kort sikt genom praktisk integration mellan datorer, organisationer, människor och företag, eliminera informationssilos. På lite längre sikt är plattformar med standardiserad interoperabilitet en rimlig utveckling.

Andra tekniskiften i historien har visat på vikten av beredskap och bra målbilder. Det leder till snabb omställning och anpassning, med konkurrensfördelar som belöning. För de flesta industriföretag finns det nu mycket att tjäna på att låta befintliga IT/OT-strukturer utvecklas vidare i koncept som:

- 1) ger möjlighet att få digital kapacitet kostnadseffektivt levererad som olika slag av molntjänster
- 2) använder Internet of Things för datainsamling och som framtida plattform
- 3) tillämpar avancerad dataanalys för automatisering, optimering och samarbetsstrategier mellan människor och maskiner.



Figur 5: Principskiss av automationspyramiden med de områden som behandlas i denna rapport. Utvecklingen kan sammanfattas med integration i vertikal och horisontell ledd. Tre vertikaler av integrationsteknik bildar enligt illustrationen en digital plattform som kan förena gamla och nya arkitekturer för stegvis modernisering och konsolidering i Digital Transformation som förkortas DX.

DIGITAL TRANSFORMATION

Industrins värdekedjor är byggda för materiell värdeförädling, från råvaror till konsumentprodukter och återanvändning, och behöver genom underhåll vidmakthållas över tiden. Sett ur ett digitalt perspektiv är det *dataströmmarna* genom värdesystemen (i tid och rum) som adderar nya värden. Ett sätt att definiera digitalisering är just det fria värdeskapande flödet av data (information) som sedan 70-talets tidiga datorisering även är grunden för vardagligt verksamhetsstöd, för drift, affärer och underhåll.

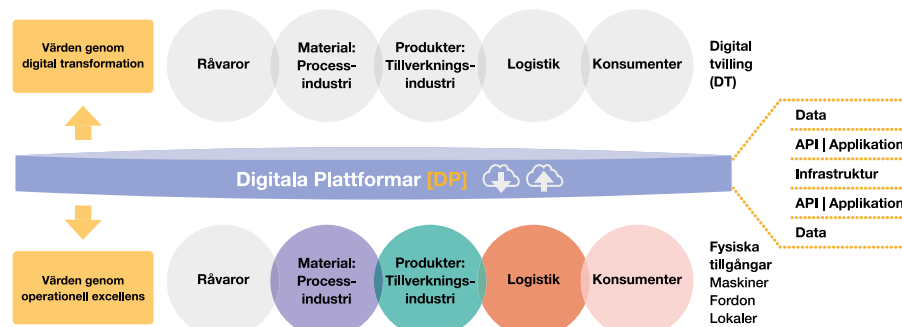
Det som förändras nu är betydelsen av data för organisations- och relationsmodeller som bygger på nätverk och metaforer av de naturliga ekosystemen, och att produkterna i sig själva digitaliseras och genom nya affärsmodeller kompletteras med värdeskapande tjänster. Sambanden mellan produktions- och produktdata blir även viktigare när kraven på produktvarianter och kundanpassning ökar. Det gäller också råvaror och basmaterial där medskickat, egenskapsbeskrivande, produktionsdata kan höja vidareförädlingsvärdet längre fram i kedjan och vise versa.

|| Det som förändras nu är betydelsen av data för organisations- och relationsmodeller...

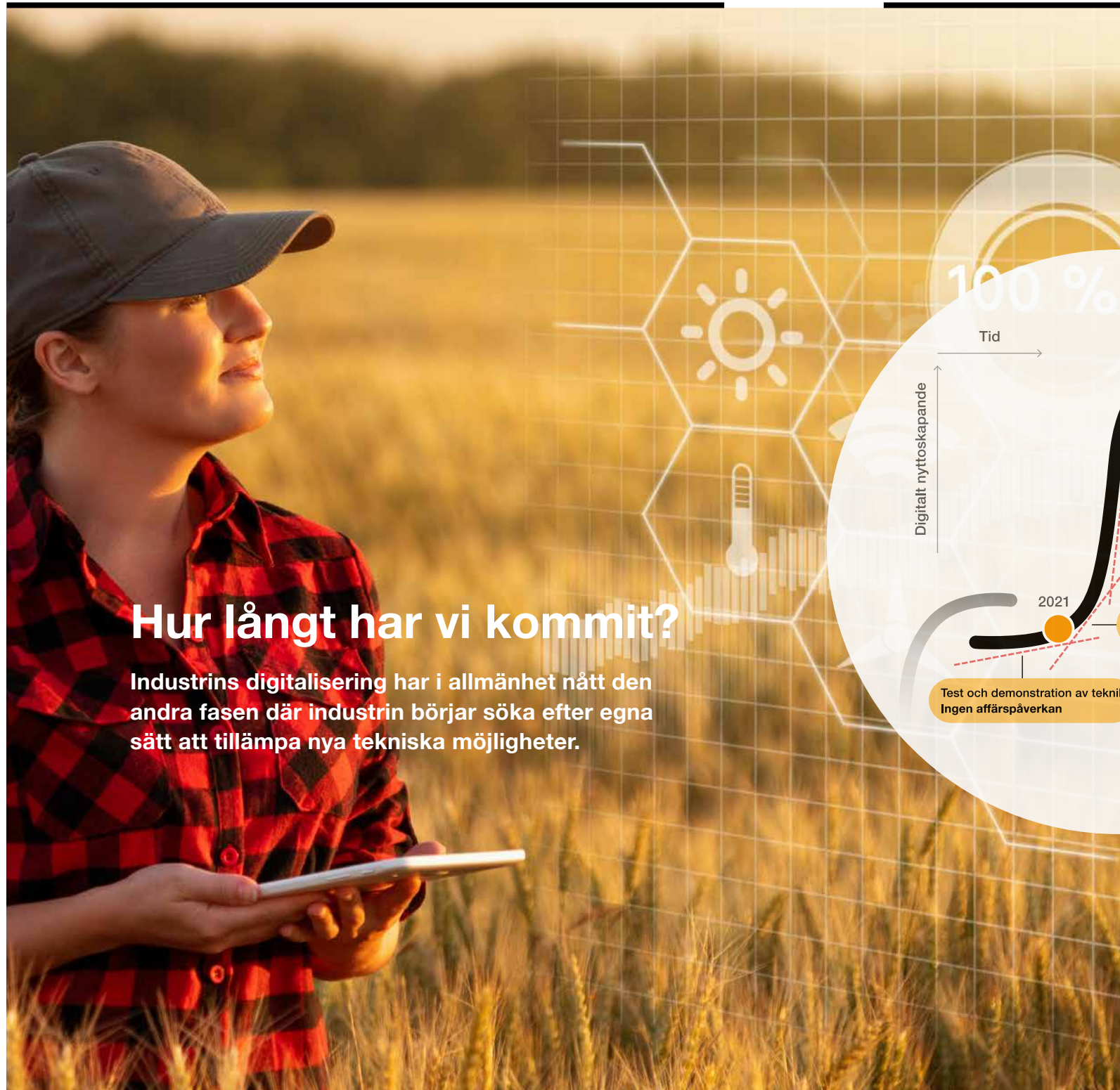
Data spelar redan en avgörande roll för industrins effektivitet men genom mer data, bättre ordning och nya metoder kan ribban höjas. Med tillräcklig mängd data och beräkningskraft kan dynamiska modeller av operationer, maskiner och produkter skapas. Levande modeller på digitala plattformar kallas även Digitala Tvillingar [DT] och kan användas för att utveckla nya tjänster och affärsmodeller. Redan nu är digitala tvillingar viktiga instrument för planering, design och samarbeten.

Digitala plattformar som indikeras i mitten av figur 4, är infrastrukturella funktioner som behövs för att samla in, lagra, förädla och distribuera data. I praktiken består "en" digital plattform oftast av komplex av plattformar anpassade för olika uppgifter som tillhandahålls av olika företag och organisationer.

Sammanfattningsvis handlar digitalisering om *data*. Plattformarna säkerställer att data samlas in, beräknas, modelleras och används för verksamhetsstöd och automatisering. Modellbaserade digitala tvillingar kan med hjälp av data förutsäga vad som kommer att hända och därmed ge underlag till nya former av verksamhets- och affärsutveckling. När allt detta sker samtidigt som organisationer och affärsmodeller anpassar sig till de nya förutsättningarna sker det vi kallar en *digital transformation* av industrin.

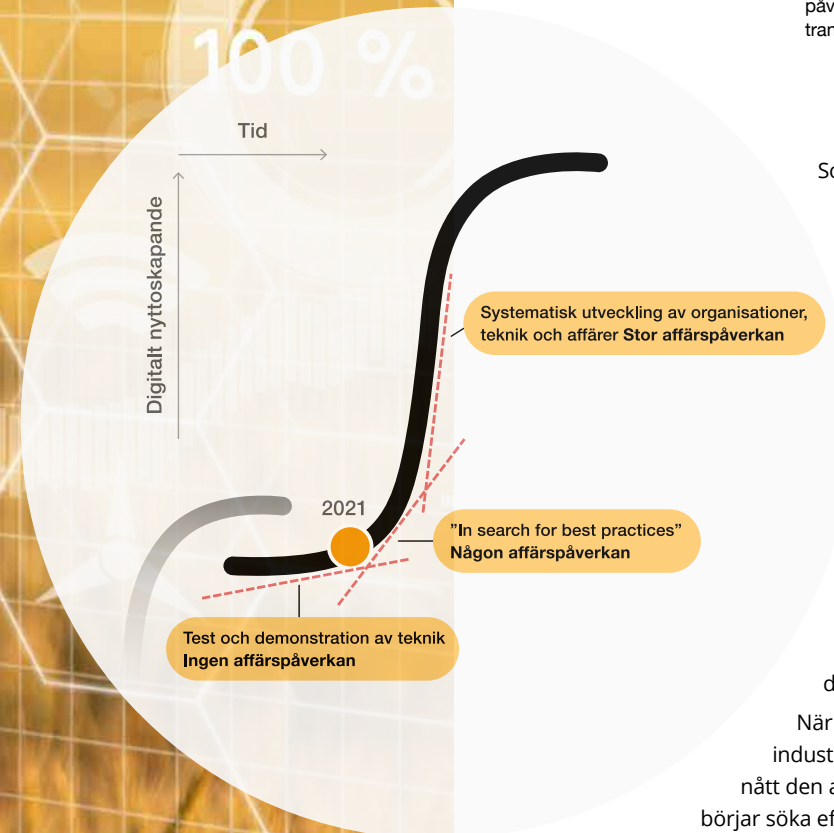


Figur 6: Industriell digitalisering i systemperspektiv med ett lager nederst av fysiskt tillgångar där effektivitet uppnås med automatisering och optimering. Digitala tvillingar (överst) kommer så småningom att spegla verklighetens kompletta värdekedjor och därmed närmar sig visionen om självorganisation. Den verkliga värdekedjan, liksom den digitala tvillingen, är beroende av den databärande plattformen i mitten av illustrationen.



Hur långt har vi kommit?

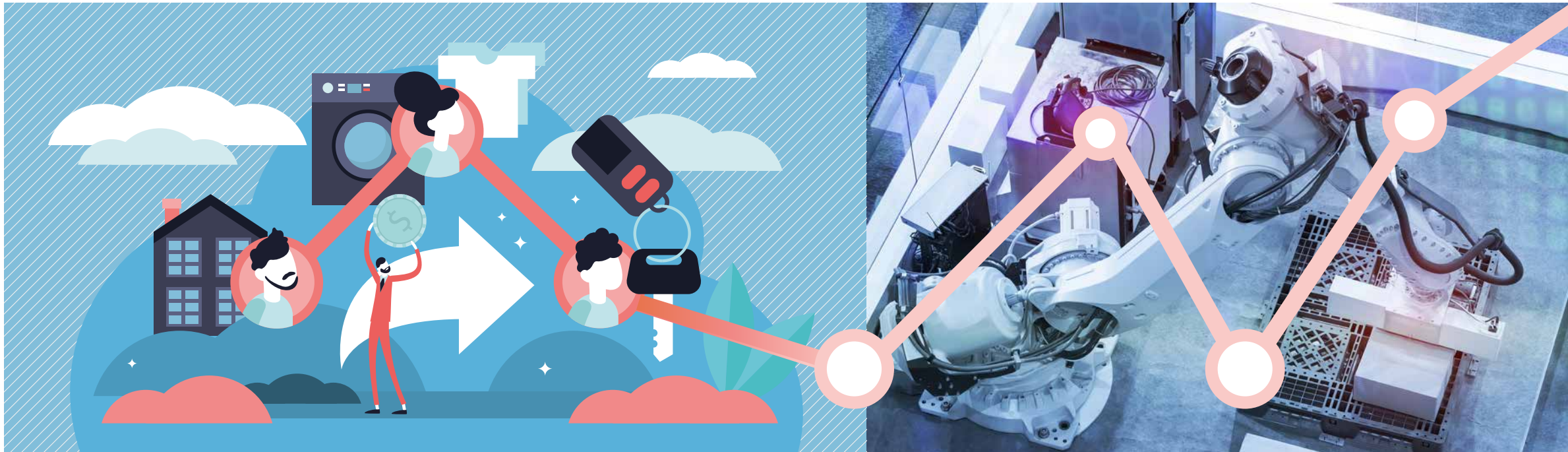
Industrins digitalisering har i allmänhet nått den andra fasen där industrin börjar söka efter egna sätt att tillämpa nya tekniska möjligheter.



Figur 7: S-kurvan beskriver industrins digitala utveckling, här indelad i tre faser som börjar med test och demonstration, följs av alla företags strävan att hitta sina verksamhetsmodeller. Den tredje fasen innebär mycket snabb utveckling och stor påverkan på industrin genom digital transformation.

Som vi sett tidigare är S-kurvan en modell som används för att illustrera hur nya innovationer skapar marknader. I detta fall låter vi den beskriva utvecklingen av industrins digitalisering i tre faser: i den första fasen lämnar vi ett tidigare paradigm, i figuren till vänster antytt som slutet på en föregående S-kurva och början på en ny som i sin tur börjar med test och demonstration av digital teknik och nya system.

När vi nu skriver år 2021, har industrins digitalisering i allmänhet nått den andra fasen där industrin börjar söka efter egna sätt att tillämpa nya tekniska möjligheter. Vi kallar den fasen "in search for best practice". Den riktiga affärsavkastningen kommer i den tredje fasen och i den branta delen på kurvan går utvecklingen snabbt och påverkar både organisationer, processer och relationer, och leder till nya sätt att producera och att göra affärer. Den digitala transformationen ger stor affärspåverkan.



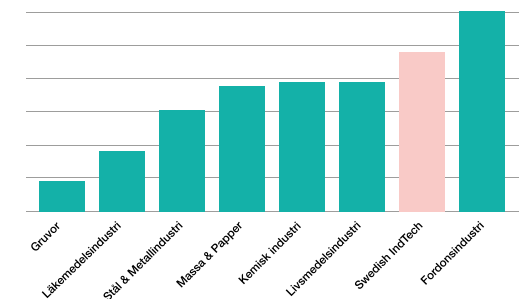
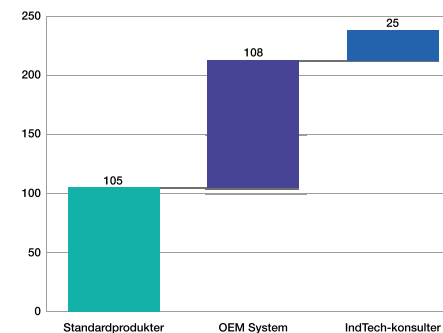
MARKNADSUTVECKLING I SVERIGE OCH VÄRLDEN

En avgörande del av industriutvecklingen handlar om systemet bakom teknikutbudet. En beskrivningsmodell för detta är *innovationssystemet* sett som samverkan mellan marknaden (industrin och industrins leverantörer), kunskapsbildning från akademi/institut och offentliga insatser. Hittills har det globala innovationssystemet investerat cirka 1 500 miljarder (PiiA och Blue Institute, AI och Digitala Plattformer, 2019) kronor per år för att den digitala tekniken ska förbättra industrin. Innovationsprogrammet PiiA har tillsammans med Automation Region och Mälardalens Högskola gjort regelbundna mätningar av den svenska leverantörsindustrin för industriell IT, OT och digitalisering. Den senaste publicerad år 2021 (PiiA, Blue Institute, Swedish IndTech 2021)

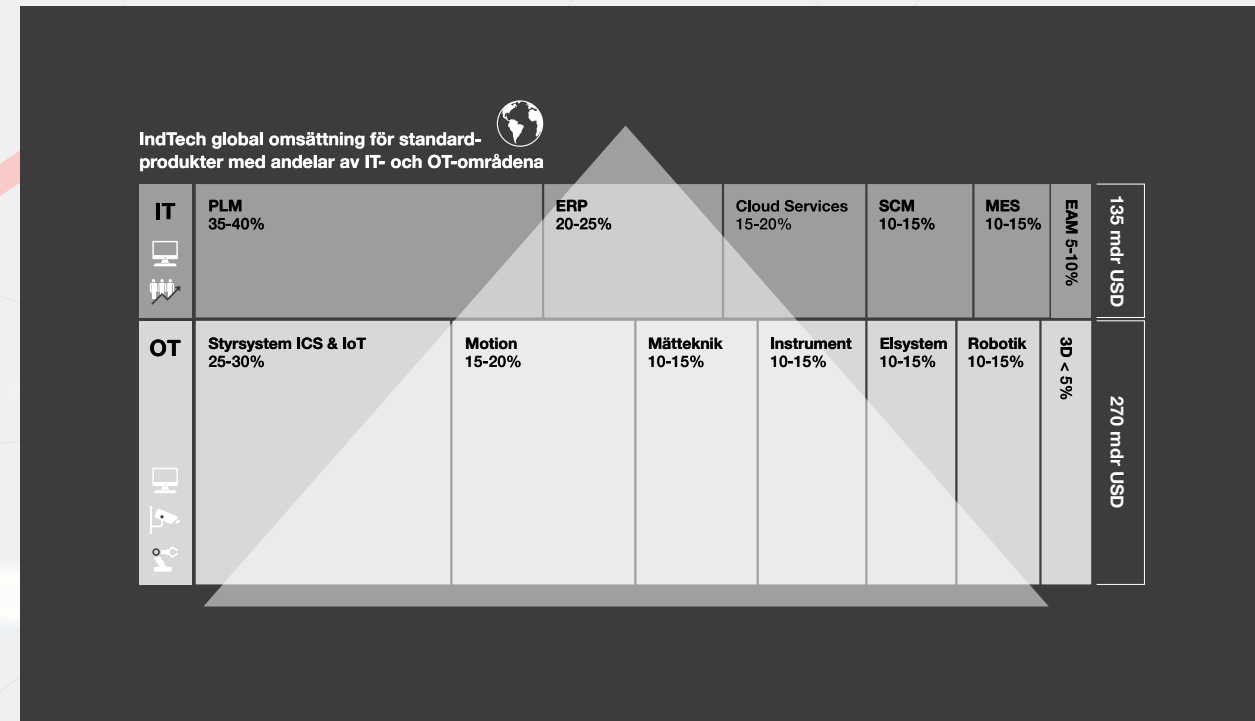
visar att branschen i Sverige omsätter cirka 105 miljarder kronor. Jämförelser med tidigare mätningar år 2012 och 2015 visar på en genomsnittlig årstillväxt på 8 procent.

Utöver dessa IT-/Automationsleverantörer har vi i Sverige en betydande del av exportindustrin som levererar maskiner med alltmer avancerat digitalt innehåll, vi har också en framstående IKT- och industrikonsultbransch. Enligt samma studie uppskattas dessa andelar till cirka 108 miljarder (systemlösningar) och cirka 25 miljarder (konsulttjänster). Det innebär att *Swedish IndTech* omsluter 238 miljarder och att branschen mäter sig med svensk råvaruindustri, processindustri och många av de större branscherna inom tillverkningsindustrin.

Swedish IndTech



Figur 8: Den fullständiga svenska IndTech-branschen består av tre delar: standardprodukter, det digitala innehållet från svenska maskin- och systemleverantörer (OEM) samt IT- och teknikkonsulterna.



Figur 9: IndTech global omsättning för standardprodukter med andelar av IT- och OT-områdena. Förklaringar: PLM Product Lifecycle Management, ERP Enterprise Resource Planning, SCM Supply Chain Management, MES Manufacturing Execution Systems, EAM Enterprise Asset Management.

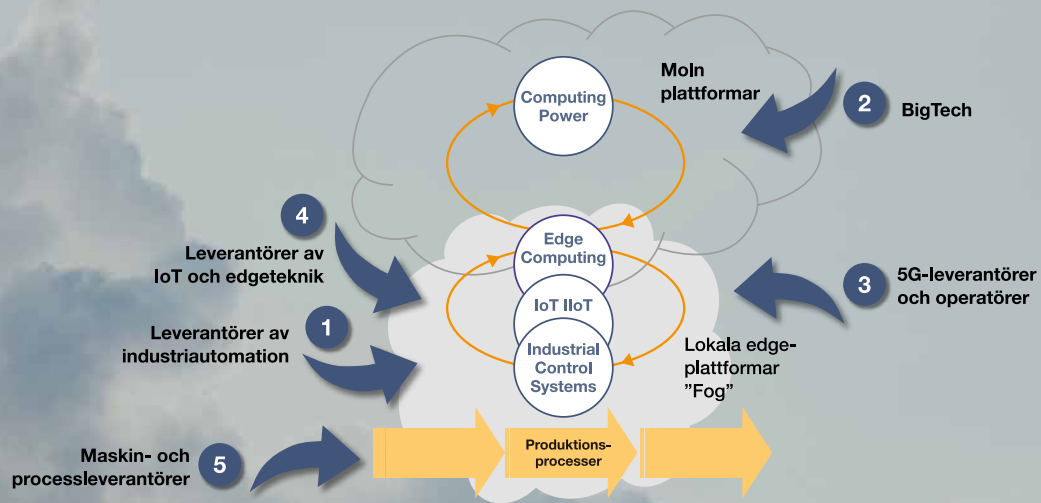
|| Sverige har en marknadsandel för IndTech i världen som anstår ekonomier i Frankrikes, Storbritanniens eller Tysklands storlek.

VÄRLDSMARKNADEN ÄR VÄRD 3 500 MILJARDER

Världsmarknaden för IndTech uppskattas till 405 miljarder USD (2020) med en tillväxttakt på 6–7 procent. Andelen industriell IT är 135 miljarder USD och resterande 270 mdr USD är teknik för fabriksgolven, OT.

De svenska leverantörernas andel (av standardprodukter) beräknas till cirka 105 mdr kronor

(12 mdr USD) det motsvarar en global marknadsandel för standardprodukter på 3 procent, vilket slår vår ekonomis relativa storlek i världen med sex till sju gånger (figur 8 och 9). Eller annorlunda uttryckt: Sverige har en marknadsandel för IndTech i världen som anstår ekonomier som Frankrike, Storbritannien eller Tyskland.



Figur 10: Det förändrade IT/automationslandskapet. Traditionella automationsaktörer möter ny konkurrens när molntjänsterna sveper in även över industrin.

LEVERANTÖRSBRANSCHENS UTVECKLING

Med förväntat fortsatt hög efterfrågan och en tillväxttakt på sju procent är marknadsutsikterna goda för teknikleverantörerna. Tillämpning av IoT, molntjänster och dataanalys ökar bredden i erbjudandet. Samtidigt närmar sig teknikmiljöerna varandra. Diskret och kontinuerlig automationsteknik fortsätter att integreras, liksom hela IT- och OT-området och i värdekedjorna ökar informationsutbytet mellan företag. Det är exempel på innovationsdrivna förändringar som skapar industriell efterfrågan och samtidigt ändrar förutsättningarna för leverantörerna. Gränserna mellan IT, automation och digitalisering förflyttas eller tonar bort och marknadsplatsen ändrar karaktär när BigTech, ICT-företag och OEM:s tar sig an nya roller.

Marknadslägen med stor dynamik och stark underliggande efterfrågan innebär möjligheter. Att marknadslogiken förändras blir extra tydlig för leverantörer av industriella automationssystem (1 i figur 10) som lämnar en sluten värld med proprietära spelregler till förmån för öppna standarder men också nya konkurrenter.

Vi ser nu hur leverantörer av moln- och plattformstjänster (2 i figur 10), så kallade *Hyperscalers*, skapar allianser som marknadskanaler för olika branschvertikaler. En sådan kanal är leverantörerna av industriella styrsystem. Men marknadsoligopolet för molntjänster innebär att BigTech i

praktiken sätter spelreglerna. Automationsföretagen behöver därför minska beroendet och skapa handlingsutrymme genom att förädla värdet av molnet på sätt som skapar tydliga kundvärden, är svåra att kopiera och bygger på automationsbranschens domänkunskap och relationer.

Det innebär erbjudanden som dels har ett större innehåll av industriell IT och avancerad dataanalys, en utveckling som kan skyndas på genom förvävsstrategier och allianser. Siemens har haft en lång period av systematiska förvärv inom PLM-området. Ett annat exempel är samgåendet mellan Schneider och det engelska mjukvaruföretaget AVEVA. Dels består det av produktionsnära IIoT-plattformar som exempelvis Siemens MindSphere och den GE-utvecklade Predix. Ett sannolikt resultat av den utvecklingen är konsolidering som ger plats för tre eller fyra breda industriplattformar och ett tjugofemtal branschspecifika. För närvarande beräknas det enligt konsultfirman *Oliver Wyman* finnas hundrafemtio initiativ.

5G-leverantörerna (3) ser samtidigt möjligheter inom IoT-området där operatörerna kan öka intäkterna med så mycket som 34 procent om industrin ökar användningen av trådlös kommunikation, enligt Ericsson. Med det följer även lätt-tillgänglig teknik. ICT- och IoT-företagen utvecklar redan intressanta tekniklösningar för slutanvändare inom industrin. IoT som bransch (4) är ung,



snabbväxande, generell och täcker många fler branscher än industrin. Utvecklingskostnader och produktion kan slås ut på stora volymer, och många sektorer som transporter, infrastruktur och sjukvård har kvalitetskrav som motsvarar industrins. Teknik och tillämpningar för IoT-plattformar är en stor möjlighet för svenska Ind-Tech-företag samtidigt innebär det att proprietär automationsteknik möter konkurrens från nya håll som sänker priserna på delar av automationsutbudet.

Molnplattformar och IoT ger även maskinleverantörerna (5) nya verktyg för automations- och analysbehoven samtidigt som även denna kategori av företag förändras med digitaliseringen. Maskinbyggare och automationsindustrin konkurrerar delvis om uppkopplad optimering och underhåll av kundernas anläggningar i strategier som även innefattar tillgång till värdefulla data från industrins tillverkningar. Data som kan användas för att skapa nya produkter och tjänster.

För att sammanfatta växer en ny bild fram för branschens leverantörer som bygger på plattformar och där förmågan att erbjuda verkliga kundvärden kommer att vara särskiljande. För att inte riskera att marginaliseras i den nya dynamiken måste automationsbranschen utveckla de fördelar man har genom domän-, processkunskap och kundrelationer. Leverantörer som lyckas med det kan få en utvecklad roll hos industrin som "vertikala" kunskapsleverantörer av effektivitet och kvalitetsvärden. Medan andra kan utveckla kostnadseffektiva produkter baserade på öppna standarder genom att bejaka de skalfördelar som IoT-utvecklingen innebär.

Vi ska avsluta denna del av skriften med att se närmare på några specifika utvecklingsområden och de arbeten som pågår där med att formera gemensamma industristandarder. Vi berör *Referensmodellernas* betydelse för utvecklingen, tittar närmare på *Digitala Tvillingar*, *Industriella data* och hur data kan utbytas effektivt genom *Interoperabilitet*, *Moln* och *distribuerade plattformar*, hur data skapar värde med hjälp av *Dataanalys/AI*, *Digitala Tvillingar* och *IIoT* och till sist *Informationssäkerhet* för att garantera robusthet i det framtida industrisystemet.

|| Med förväntat fortsatt hög efterfrågan och en tillväxttakt på sju procent är marknadsutsikterna goda för teknikleverantörerna.

Systemförändrande standardiseringsområden

● REFERENSMODELLER

En referensmodell baseras på ett litet antal förenande begrepp och kan användas som bas för utbildning och förklaring av standarder för en icke-specialist.

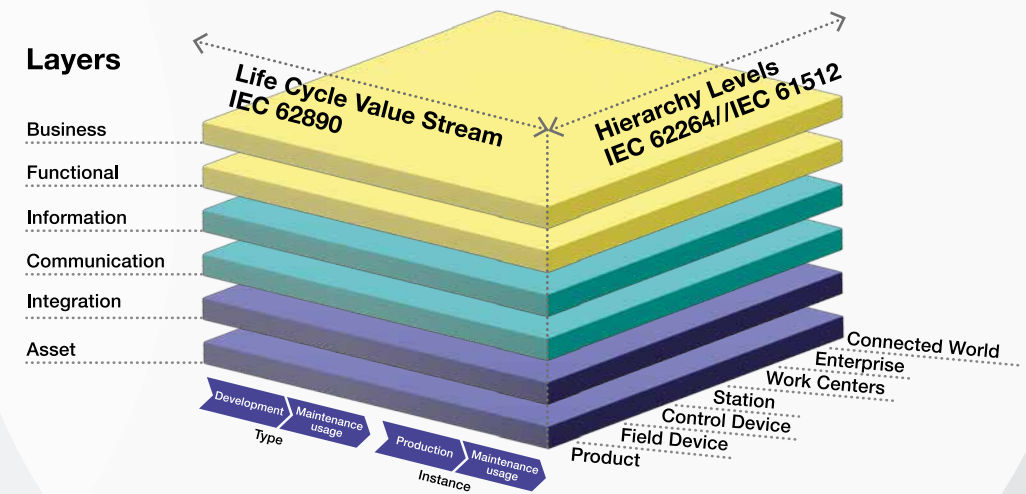
Utan allmänt accepterade standarder kommer fördelarna med ett fritt flöde av information i de industriella värdesystemen inte kunna uppnås. Och för att nå dit behövs överenskommelser som beskriver allt från systemstrukturer till komponenter och gränssnitten mellan dem. För att uppnå sådan gemensam förståelse finns ett hjälpmedel som kallas referensmodell. OASIS (Organisation for the Advancement of Structured Information Standards) definierar en referensmodell som:

"En abstrakt ram för att förstå betydelsefulla relationer mellan enheterna i en viss miljö och för utveckling av enhetliga standarder eller specifikationer som stöder den miljön. En referensmodell baseras på ett litet antal förenande begrepp och kan användas som bas för utbildning och förklaring av standarder för en icke-specialist. En referensmodell är inte direkt knuten till några standarder, tekniker eller andra konkreta implementeringsdetaljer, men den syftar till att tillhandahålla en gemensam semantik som kan användas otvetydigt mellan och mellan olika implementeringar".

II En referensmodell kan representera alla delar inom en verksamhet...

En referensmodell för industrins digitalisering är alltså en domänspecifik ontologi av definierade och sammanlänkade begrepp som underlättar kommunikationen mellan olika intressen (exempelvis industrin, teknikleverantörerna och standardiseringsorganisationerna). En referensmodell kan representera alla delar inom en verksamhet, från affärsfunktioner till tekniska systemkomponenter. Referensmodeller illustreras ofta grafiskt som uppsättningar av begrepp där sambanden emellan dem antyds på olika sätt.

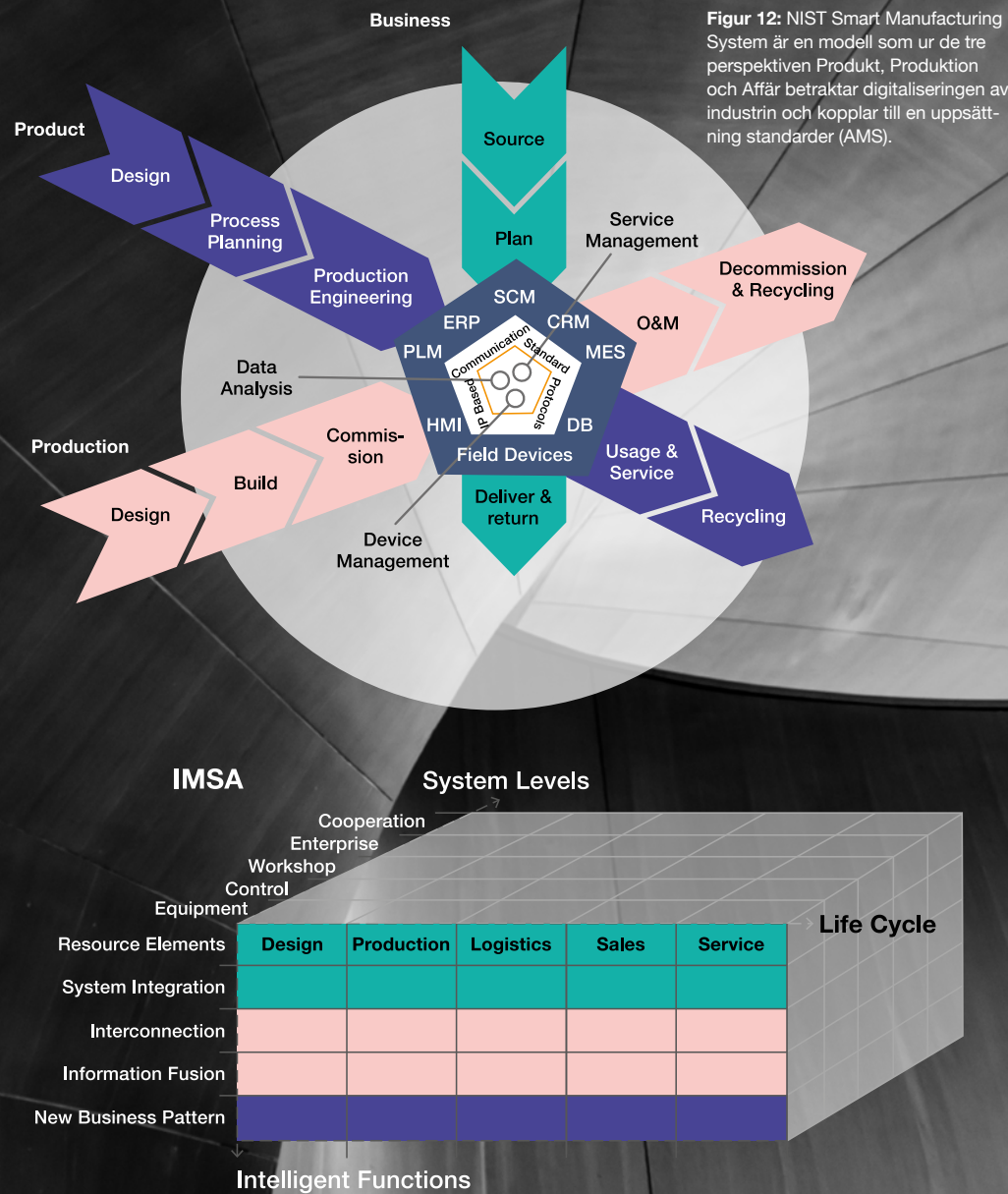
Inom ISO/IEC:s arbete med Smart Manufacturing (ISO/IEC JTC1, JWG21 och IEC/AWI 63339 Unified reference model for smart manufacturing) pågår sedan sommaren 2017 ett projekt med syftet att konstruera en gemensam referensmodell som ramverk för standarder inom området för smart



tillverkning. I det arbetet finns ett antal mer eller mindre kända nationella förslag, branschinitiativ och liknande att utgå ifrån. De mest kända är det tyska ramverket som kommer ur arbetet med Industrie 4.0 – RAMI-modellen som står för Reference Architectural Model Industrie 4.0.

RAMI 4.0 använder en flerdimensionell modell av lager för att beskriva olika aspekter av industriproduktionen. För att illustrera denna komplexitet avbildas RAMI 4.0 i form av en kub som visar element och begrepp, och hur de relaterar till varandra.

Figur 11: RAMI 4.0 är strukturerad så att den första dimensionen representerar produktens livscykel och värdeförädlingsströmmen baserat på standarden. Den andra dimensionen (vertikal axel) representerar interoperabiliteten och den tredje dimensionen (den andra horisontella axeln) beskriver hierarkinivåerna på liknande sätt som ISAs automationspyramid.



Figur 12: NIST Smart Manufacturing System är en modell som ur de tre perspektiven Produkt, Produktion och Affär betraktar digitaliseringen av industrin och kopplar till en uppsättning standarder (AMS).

Kuben (se figur 13) är strukturerad så att den första dimensionen (första horisontella axeln) representerar produktens livscykel och värdeförädlingsströmmen baserat på standarden IEC 62890 fastställd som svensk standard SS-EN IEC 62890. Den andra dimensionen (vertikal axel) representerar interoperabiliteten. Den tredje dimensionen (den andra horisontella axeln) beskriver hierarkinivåerna på liknande sätt som ISA 95s automationspyramid och är modellerad efter standarden IEC 62264 (svensk standard SS-EN 62264).

NIST, National Institute of Standards and Technology, är en amerikanskt federal myndighet som fastställer standarder. Advanced Manufacturing Series (AMS) är en uppsättning av standarder från NIST för Smart Manufacturing Systems (SMS) som tillsammans illustrerar en sammanhållen referensmodell i tre dimensioner (se figur 12) med motsvarande ambition som RAMI. Dimensionen *Produkt* inkluderar sex faser för produktutvecklingslivscykeln (design, processplanering, produktionsteknik, tillverkning, användning och service, och återanvändning/återvinning). Detta perspektiv motsvarar dimensionen produktlivscykeln i RAMI 4.0.

Dimensionen *Produktion* definierar fem faser i produktionsutrustningens livscykel: design, konstruktion, driftsättning, drift och underhåll samt avveckling och återanvändning/återvinning. Detta perspektiv motsvarar också RAMI 4.0 livscykel & värdekedja, ur teknikleverantörernas perspektiv. Den tredje dimensionen *Affär* betraktar faserna i *Supply Chain Management* enligt en modell som kallas SCOR (Operations Reference Model). Detta perspektiv kan också jämföras med livscykeln och värdeströmmen i RAMI 4.0-modellen.

IMSA, Intelligent Manufacturing System Architecture, är Kinas ansats för att främja standardiseringsarbetet och utvecklingen av kinesisk industri mot intelligent tillverkning. Utvecklat av ministeriet för industri och informationsteknik (MIIT) och standardiseringsadministrationen (SAC) presenterades konceptet i samband med satsningen på *Made in China 2025* som innebär integration av ny informationsteknik, utvecklingen av nya material, ny utrustning och maskiner som nyckelområden.

IMSA kan ses som riktlinjer för standarder som underlättar sammankoppling av tillverkningsprocesser i värdekedjorna. Sammankoppling och interoperabilitet betraktas som de viktigaste förutsättningarna för intelligenta tillverkningskoncept. IMSA-modellen (se figur 13) är mycket lik RAMI 4.0 och består av de tre dimensionerna: *Livscykel*, *Systemhierarki* och *Intelligenta Funktioner*. Livscykeldimensionerna beskriver olika värdeskapande steg. Systemhierarki representerar de organisatoriska nivåerna av aktiviteter på IT- och OT-nivåer enligt samma principer som för automationspyramiden. Intelligenta Funktioner representerar högnivåfunktioner med hjälp av IKT- och OT-teknik.

Utvecklingen av internationella standarder är inte enkel. För att sammanfatta så finns i nuläget både luckor och överlappningar i vad som behövs för att digitalisera industrin. Det viktiga syftet med referensmodeller är att skapa gemensamma synsätt för en genomgående standardisering som tillåter att interoperabilitet uppstår i de industriella värdesystemen. En gemensam standard/metamodell är därför under utveckling inom arbetsgruppen JWG21 mellan ISO och IEC där åtta olika modeller jämförs och klassificeras, bland dem de som beskrivits ovan.

Figur 13: IMSA består av tre dimensioner: Livscykel, Systemhierarki och Intelligenta Funktioner. Livscykeldimensionerna beskriver värdeskapande steg. Systemhierarki representerar de organisatoriska nivåerna av tillverkningsaktiviteter och Intelligenta Funktioner representerar funktioner realiserade med IT, OT och digitaliseringsteknik.

● DIGITALA TVILLINGAR

En digital tvilling kan beskrivas som en uppsättning algoritmer efterliknande objekt eller processer i den fysiska världen så detaljerat att de för förutsägelser, experiment och tester kan komplettera eller ersätta det som programmet efterliknar.

Konceptet brukar härledas till NASA som hade behov av att utveckla och underhålla tekniska system som de inte kunde ha ständig kontakt med. En av fördelarna med digitala tvillingar är att de alltid kan vara åtkomliga till skillnad från den fysiska motsvarigheten. Dessutom säkerställs att alla intressenter runt objektet får samma realtidsinformation.

Inom ISO/IEC JTC 1/SC 41 pågår ett standardiseringsarbete för digitala tvillingar och Internet of Things. Ett av projekten (PWI JTC1-SC41-5) berör referensarkitekturer för digitala tvillingar som

använder ett gemensamt ordförråd, återanvändbara designelement och industriell *best practice*. Inom ISO finns också standarden ISO 15926 som reglerar dataintegration, delning, utbyte och överlämning mellan datorsystem. Syftet med ISO 15926 är att tillhandahålla ett gemensamt språk för datorsystem och informationen som produceras. Även om standarden i grunden är inrättad för processindustrin med stora projekt med många parter liksom drift och underhåll under anläggnings livslängd, är den tillämplig för alla med behov av gemensamma referensdata. I Sverige

har genom det strategiska innovationsprogrammet *PiiA* och *SOG* (Standard Solutions Group) organisationen *SEIIA* (Swedish Industrial Interoperability Association) bildats. Syftet är att samlas industrin och dess leverantörer för att utveckla, tillhandahålla och dela tillämpningar av standarder och metoder inom området interoperabilitet. *SEIIA* är resultatet av projektet *LCDM* (Life Cycle Data Management) där femtontalet industriföretag har deltagit.

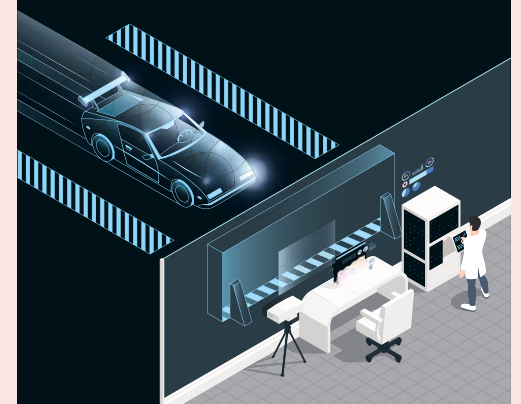
|| En av fördelarna med digitala tvillingar är att de alltid kan vara åtkomliga till skillnad från den fysiska motsvarigheten.

Inom industrin finns tre huvudsakliga användningsområden:

1 Utveckling och konstruktion: alltmer av produktutveckling görs i digitala tvillingar innan resultatet finns i verkligheten. Inom fordonsindustrin omfattar tvillingen hela bilen, dess programvara, mekanik, el, fysiska beteende inklusive krocktester. Detta gör det möjligt att simulera och validera utvecklingen och identifiera problem innan de verkliga bildelarna produceras. Antalet fysiska prototyper kan därför reduceras kraftigt.

2 Maskiner och processer: materiella objekt som maskiner eller sammansatta produktionskedjor kan försörja sina digitala tvillingar med det som är mätbart, till exempel varvtal, bränsleförbrukning, temperatur, tryck, driftstimmar osv. Det innebär att inspektion och felsökning kan göras på den digitala tvillingen och att modeller för förebyggande underhåll kan skapas med AI/maskinlärning eller andra metoder. Genom att ge modellerna simuleringskapacitet med data som också berör kvalitet, kostnader, förväntad efterfrågan på en viss producerad produkt, materialförsörjning och andra affärsmässiga parametrar, kan de bidra till uppfyllandet av visionen om det självorganiserande värdesystemet.

3 Anläggningar: genom att komplettera processernas digitala tvillingar med anläggningsdata i form av tekniska specifikationer, konstruktions- och ritningsunderlag, kan hela fabriker betraktas som digitala tvillingar. Det ger stora fördelar att kunna bygga fler identiska anläggningar som genom simulering kan verifieras och köras igång virtuellt innan de existerar i fysisk form. Befintliga anläggningar kan laserskannas för att underhålla 3D-modeller som annars blir obsoleta när förändringar av produktionslayouter och flöden sker i verkligheten.



● MOLN OCH DISTRIBUTERADE PLATTFORMAR

Som distributionsteknik för datorkraft tillhör molntekniken samtidens viktigaste innovationer, kanske jämförbar med massproduktionens betydelse för industrialismen.

Redan nu räknar IDC med att 60 procent av all IT-drift sker utanför företagets väggar för att öka till 80 procent 2025, enligt Gartner. Samtidigt blir antalet leverantörer fler per företag. Utvecklingen förklaras av effektivitetsvinster, flexibilitet och enkelhet. Molnet minskar kostnaden för misslyckanden och gör framgång billigare. Det är basala tillväxt drivkrafter för en marknad som enligt Gartner närmar sig 260 mdr USD och är under intensiv konsolidering mot färre men större leverantörer.

En definition av begreppet *Cloud Computing* kommer från amerikanska National Institute of Standards and Technology, NIST, och beskriver en modell som ger enkel tillgång till en sammanlutning av konfigurerbara datorresurser (nätverk, servrar, lagring, program och tjänster) för både köpare och leverantörer. Utöver det finns ett antal rekvisit för att ett erbjudande skall uppfattas som en molntjänst: ►

Cloud Computing kan vidare beskrivas som en stack av tjänster där de grundläggande lagren är:

• **SaaS-applikationer (Software as a Service)** utvecklade för slutanvändarna och levereras oftast via webben. SaaS är en snabbt växande marknad där tjänsten levereras från en till många, med API:er som integrerar applikationerna.

• **PaaS (Platform as a Service)** – en uppsättning av verktyg och tjänster för kodning och distribution av programvaror. I takt med utvecklingen förfinas servicebegreppen. Till exempel finns **aPaaS** (application Platform as a Service) för att specificera applikationsutvecklingen inom till exempel IoT eller dataanalys. Microsoft, Salesforce, IBM, SAP och Google slåss om tätt positionerna. Inom OT-området finns etablerade samarbeten mellan automationsbranschen. ABB arbetar

tillsammans med Microsoft i konceptet *ABB Ability*, Siemens med IBM och SAP i *MindSphere*.

• **IaaS (Infrastructure as a Service)** är hårdvaran och mjukvaran som driver servrar, lagring, nätverk och operativsystem. Affärsmodellen bygger på att det blir enklare och billigare att köpa tjänsten i stället för att investera i system och kompetens. *Amazon* förknippas ursprungligen med IaaS och har genom skalfördelar vuxit till världens största molnleverantör följd av Microsoft.

Andra nu aktuella begrepp är:

• **Hybridmoln** som innebär att ett privat moln (ett eget datacenter) och ett publikt moln som levereras av till exempel *Amazon* eller *Microsoft*, kombineras. Hybrida moln gör det möjligt att segmentera information beroende på säkerhetsklassning och ger god kontroll över miljön. Data kan flyttas mellan det privata molnet och det publika för att optimera säkerhet och kostnader. Affärskritisk

Självbetjäning på begäran:
möjligheten för en slutanvändare att registrera sig för momentan tillgång till tjänsten.

Ett brett accessnät:
för att få tillgång till tjänsten via standardplattformar som PC, laptop, mobil etc.

Delning av resurserna:
över flera kunder.

Dynamik och elasticitet:
kapaciteten ska kunna skalas upp och ner för att klara av efterfrågetoppar och dalar.

Mätbar service:
användningen mäts, levereras och faktureras som en tjänst.

information kan till exempel hanteras i det privata medan företagets webbplats placeras i det publika molnet för att klara trafiktoppar.

• **Edge** är en teknik komplementär till molnen, bland annat realiserad med IoT, som adresserar svagheter med den centraliserade molnstrukturen. Genom att flytta beräkningskapaciteten närmare maskiner, apparater och användarna kan kraven på svarstider, bandbredd, integritet och autonomi uppfyllas. Många prognoser förutspår att centraliseringstrenden har brutits och ser en kraftig utlokalisering av processkraften. Traditionell automationsteknik har alltid fyllt de formella kraven på distribuerad datorteknik av skälen ovan, men anpassas nu till Edge/IoT och nya standarder.

Inom ISO/IEC pågår standardiseringsarbetet med molntjänster under rubriken *ISO/IEC JTC 1/SC 38 Cloud computing and distributed platforms*. Arbetet fokuseras på de tre områdena Grundläggande

koncept och teknik, Operativa frågor och Interaktioner mellan molnbaserade system och med andra distribuerade miljöer. Samarbeten pågår bland annat inom IEEE, ITU, EuroCloud (en Europeisk Innovationshub verksam inom området) och ECMA.

Ytterligare ett initiativ är EU-kommissionens *European Alliance for Industrial Data, Edge and Cloud*. Moln- och edgeteknik betraktas som strategiska infrastrukturer för användning av ny teknik som AI, IoT och 5G. Uppfattningen är att europeisk industri måste stärka sin position inom området. Arbetet är baserat på den europeiska datastrategin som syftar till att göra EU ledande i ett datadrivet samhälle genom att skapa en öppen inre marknad för data.

● INDUSTRIELLA DATA

I en digitaliserad värld är data (det vill säga kunddata, produktdata, produktionsdata, logistikdata etcetera) en avgörande faktor för att företag ska kunna möta sina kunders alltmer avancerade krav.

Värdet av data förändras i relation till affärsprocessernas utveckling och blir allt mer värdefulla delar av affärsmodellerna. Att då kunna hantera data på samma sätt som andra företagstillgångar blir viktigt för konkurrensförmågan. Det uppstår ett behov av att kunna värdera data utöver de traditionella ekonomiska modellerna som inköp, produktion och kundvärden. Data behöver hantteras gränsöverskridande mellan olika domäner och kategoriseras i behoven av alltifrån öppna publika data till företagsägda, interna, och däremellan grader av mer eller mindre öppen delning av data inom olika typer av allianser.

Allt detta är frågor som till sist landar som behov av arkitekturer och regelverk för tekniska lösningar och standarder för effektiva dataekosystem och marknadsplatser. Standarder som garanterar datasäkerhet och dataskydd för alla inblandade parter, skapar ömsesidiga förtroenden och säkerställer lika villkor och tillämpar datasuveränitet för alla dataägare.

Inom ISO/TC 184/SC 4 Industrial data utvecklas standarder baserat på att det finns grundläggande likheter mellan branscher och att industriella data i sig själv kan betraktas som en produkt (av industriella processer) att användas



|| Standarder som garanterar datasäkerhet och dataskydd för alla inblandade parter, skapar ömsesidiga förtroenden...

för aktiviteter i produktionssystemet. I sammanhanget används två modeller som dels beskriver den industriella miljö inom vilken ISO/TC 184/SC 4-standarder är tillämpliga genom att beskriva hierarkiska strukturer i leveranskedjan. Dels påvisar likheter mellan typerna av information i miljöerna genom modellen *Life-Cycle Activities (LCA)*, som definierar en generaliserad uppsättning av livscykelaktiviteter.

Genom det tyska initiativet *Industrial Data Space* med representation från både industrin, politiken och akademien (med Fraunhofer Institute i

instrumentell roll) började frågan om industriella data adresseras under år 2014. Initiativet har utvecklats och heter idag *International Data Spaces Association* med över hundra medlemsföretag/organisationer, de flesta fortfarande tyska. En central uppgift har varit att föreslå en referensarkitektur för datautbyte och standardiserad interoperabilitet.

Inom svenska SIS påverkas arbetet med industriella data och interoperabilitet genom SIS/TK 280 som påverkar standarder inom Industriell automation och Smart Manufacturing.



Figur 14: Datadelning i ett marknadsöverskridande ekosystem. Med IDS Architecture sätter International Data Spaces Association en standard för utbyte av data på självreglerad grund. Man kallar det en standard för datasuveränitet. Källa: International Data Spaces Association



II...förmågan hos olika system att fungera tillsammans och kunna kommunicera med varandra.

● INTEROPERABILITET

I ett helhetsperspektiv handlar den industriella digitaliseringen om integration, det vill säga att sammanföra värdekedjans systemstöd (vertikalt och horisontalt) så att det betraktas som en helhet sett ur olika specifika perspektiv och behov.

En metaforisk bild i utvecklingen är att se de pyramidformade systemhierarkierna omvandlas till nätverk och ekosystem av cyberfysiska system i "molnet". Interoperabilitet är därför *det* centrala begreppet i den digitala omställningen som innebär förmågan hos olika system att fungera tillsammans och kunna kommunicera med varandra. Exempel på detta kan vara att systemen kan använda samma protokoll, som TCP/IP eller HTTP, eller att de kan läsa och skriva samma filformat eller använda samma semantiska definitioner.

Utöver möjligheten för två eller flera datorsystem att utbyta information, innebär *semantisk interoperabilitet* möjligheten att automatiskt *tolka* informationen som utbyts för att ge användbar funktionalitet i de berörda systemen. För att uppnå semantisk driftskompatibilitet behövs ytterligare standardisering liksom en gemensam referensmodell för informationsutbytet.

Ett antal referensmodeller och arkitekturer (se även avsnittet om referensmodeller) har tagits fram under de senaste åren i form av fysiska arki-

tekturer för systemkomponenter (automationssystem, maskiner, programvara, produktionsavsnitt). Den funktionella arkitekturen som representerar uppsättningen av processer som ska utföras och den allokerade arkitekturen som beskriver matchningen mellan den funktionella- och fysisk arkitekturen. Arkitekturmodeller har som nämnts föreslagits av *Plattform Industrie 4.0* men också av *Industrial Internet Consortium (IIC)*, två av de största organisationerna engagerade i den industriella digitaliseringen på produktionsnivå.

Inom ISO sker arbetet med att ta fram standarder för interoperabla system inom *ISO/TC 184/SC 5 - Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation applications*. Ordförande är Charlotta Johnsson, *Lunds Universitet*. Bland arbetsgrupperna syns bland annat: *Modellering av Arkitekturer; KPIer för tillverkning; Utvärdering av energieffektivitet och andra faktorer med relevans för miljöpåverkan; Konvergens; Mass Customization*.

AI-funktionaliteten byggs generellt in i IT- och i OT-systemen och blir lättillgänglig och självklar.



DATAANALYS OCH AI

En tydlig värdeskapande möjligheten med industrins digitalisering är dataanalys genom matematiska/statistiska metoder inkluderande AI och maskininlärning.

Begreppsapparaten inkluderar även *Big Data* det vill säga möjligheten att med hantering av mycket stora datamängder få fram resultat som annars inte skulle vara möjliga.

Redan under sjuttioalet gjordes avancerade onlineanalyser i produktionen inte minst inom processindustrin där såväl kemi-, stål- och masatillverkning kunde dra nytta av den nyvunna beräkningskapaciteten i mini- och mikrodatorsystemen. Många av dessa algoritmer snurrar fortfarande ute i fabrikena och har förvånansvärt väl visat sig stå emot modernare konkurrens. Men vad som nu erbjuds är nästan obegränsad billig datorkraft överallt och maskininlärningssystem som utvecklas i en svindlande takt. Mycket av detta kommer industrin tillhanda som standardprodukter. AI-funktionaliteten byggs generellt in i IT- och i OT-systemen och blir lättillgänglig och självklar. Det blir alltmer en fråga om industrins förmåga att ta emot möjligheterna än brister i själva utbudet.

Eftersom AI, liksom digitaliseringen i stort, är en generisk teknik som kan användas överallt, till nästan allt, kommer standardiseringen också att behöva anpassas för olika tillämpningsområden. Bilar som kör själv kräver många andra rekvisit än kirurgiska robotar eller optimering av en pappersmaskin.

Bred teknik som AI har förmågan att generiskt påverka även kommande generationer med effekter som går mycket långt. Många av dessa effekter är ekonomiska, till exempel AI:s inverkan

på industrin som helhet och på arbetskraften. Andra faller inom områden som algoritmisk snedvridning eller avlyssning och säkerhetsdirektiv inom industriell AI. Hur ska till exempel en algoritm tränas på ett säkert sätt och sedan vid behov tränas om för att fungera korrekt? Hur förhindras det att ett AI-system korrelerar felaktiga informationer eller baserar beslut på (olämpliga) partiska faktorer som ålder, kön eller etnicitet? Hur kan vi se till att en robot som arbetar tillsammans med en mänsklig operatör inte äventyrar sin mänskliga kollegas hälsa?

Här kommer ISO/IEC:s internationella standardiseringsarbete in där underkommittén SC 42 adresserar AI som ett ekosystem med många olika intressenter. Det innebär bland annat aspekter av AI som kräver ett gemensamt ordförråd, gemensam taxonomi och definitioner. Så småningom kommer sådana standarder att innebära att gemensamt språkbruk. Ett annat grundläggande arbete är att följa akademisk och kommersiell utvecklingen ur tekniska och konceptuella perspektiv. Ett tredje fokusområde är teknikens *trovärdighet* där allt från säkerhet och integritet till systems robusthet, transparens och partiskhet, övervägs. Det fjärde fokusområdet är att identifiera applikationsdomäner, de sammanhang där AI används och samla in representativa användarfall. Autonom körning och transport är till exempel en sådan kategori. Ett annat exempel är användningen av AI i tillverkningsindustrin för effektivitetsförbättringar.

● AUTOMATIONSSYSTEM OCH IIOT

Industrins Internet of Things är ett utvecklingsområde med något diffusa gränser. Som öppen infrastruktur för datainsamling och styrning kan IIoT fungera fristående men förtjänsterna kommer genom integration med befintliga IT och OT-miljöer.

Så småningom kommer IIoTs arkitekturer och öppna standarder helt ersätta äldre proprietära automationssystem. Målet är interoperabilitet inom OT-miljöerna men även i förhållande till företagens IT. Skillnaden mellan IoT och IIoT är högre krav på prestanda, robusthet och säkerhet för den senare. Ur ett utvecklings-/kostnadsperspektiv kan IoT hård- och systemvaruplattformarna delas med andra krävande applikationsområden som transporter, fastigheter eller sjukvård. Utvecklingskostnaderna kan slås ut på marknader många gånger större än för traditionell industriautomation och gör samtidigt industrimarknaden intressant för nya leverantörer.

ICS, Industrial Control Systems är en gruppbestämning på produkter som kan övervaka, styra och optimera produktionsprocesser. ICS kan delas upp i de tre traditionella kategorierna PLC, DCS och SCADA. IIoT, Industrins internet of things anses nu också att höra hit, funktionsmässigt inklusive sensorer, mätteknik och ställdon.

Inom ISO/TC 184 övervakas standardisering inom området automationssystem i processer för alltifrån design, inköp, tillverkning, produktion och leverans, support, underhåll till återvinning av produkter. Standardiseringsområden inkluderar informationssystem, automations- och styrsystem och integrationsteknik.

Inom IEC samlas aktiviteterna för industriell mätning, styrning och automation sedan 1968 i IEC TC 65. Kommittén tar fram standarder för system och utrustning för industriell processtyrning och automation. Området är brett och betydande resultat har åstadkommit, till exempel för säkerhetskritiska funktioner och OT-säkerhet. Aktuella områden är bland annat nät med liten latens (TSN) och hantering av digital information ("Asset Administrative Shell"). IEC TC 3 arbetar bland annat med standarder för dataelement. Svensk deltagande sker genom SEK TK 65 respektive SEK TK 3 inom SEK Svensk Elstandard.



II Målet är interoperabilitet inom OT-miljöerna...

- **PLC (Programmable Logic Controller)** är ursprungligen ett enkelt datorsystem för logiska programsekvenser. Vanliga tillämpningsområden är styrning av maskiner inom tillverkningsindustrin. PLC har ursprung i 1970-talets bilindustri som ersättare för reläer, pneumatik och transistorer.
- **DCS (Distributed Control System)** från början utvecklad för processindustrin och kombinerar processinstrumentering med hantering av digitala objekt och logiska funktioner.
- **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)** är en benämning på system som kommunicerar med PLC, reglersystem och RTU (datainsamlingsterminaler) och kombinerar dem med operatörmiljöer och lagringsutrymme för exempelvis trend- och händelsedata.
- **IIoT (Industrial Internet of Things)** av många betraktade som en utveckling av ovanstående koncept baserade på öppna standarder som OPC men också nya normer. Industrial Internet Consortium och Industrie 4.0 är två oberoende initiativ som verkar för gemensamma standarder. Inbyggda webbservrar i DCS-, PLC- och SCADA-system gör också att dessa miljöer integreras med IIoT-konceptet.



● INFORMATIONSSÄKERHET

För ett företag kan information betraktas som en tillgång som behöver uppmärksammas på samma sätt som personal, anläggningstillgångar eller patent.

Ett systematiskt arbete med informationssäkerhet bidrar till en verksamhets kvalitet och kan innebära att införa och förvalta regelverk, policies och riktlinjer men också tekniskt skydd som brandväggar, kryptering och fysiska skydd. Att utgå från etablerade standarder i arbetet med informationssäkerhet ökar chansen att lyckas.

Inom ISO/IEC täcks detta område in genom arbeten som sker inom *ISO/IEC JTC 1/SC 27 Information*

security, cybersecurity and privacy protection. SC 27 är ett internationellt erkänt expertcentrum som stöder både näringslivet och officiella organ. Dess arbete omfattar såväl administrativa som tekniska standarder. SC 27 har samlat många av världens ledande experter inom informationssäkerhet. Arbetet har hittills lett till mer än 180 publikationer, bland dem en av de tre mest använda standarderna alla kategorier inom ISO.

Utvecklingen av generiska standarder har lett till ett stort antal kontakter och samarbeten med standardiserings- och branschorganisationer som använder SC 27-standarder som grund för att utveckla egna sektorspecifika säkerhetsstandarder.

Särskilt för OT-system har IEC TC 65 tagit fram serien internationella standarder, IEC 62443, om informationssäkerhet i OT-system. Den fokuserar på vilka skyddsnivåer som behövs och hur man uppnår dem. IEC 62443 har skrivits i samarbete med den amerikanska organisationen ISA och hänvisas därför ibland till som ISA99.

Omfattningen av SC 27 innebär utveckling av standarder för skydd av information och IKT-miljöer. Detta inkluderar metoder, tekniker och riktlinjer för att hantera både säkerhets- och integritetsaspekter, till exempel:

- Hantering av information och IKT-säkerhet i synnerhet hanterings-system för informationssäkerhets (ISMS), säkerhetsprocesser, säkerhetskontroller och tjänster.
- Kryptografiska och andra liknande säkerhetsmekanismer för att skydda data.
- Stöddokumentation för säkerhets-hantering inklusive terminologi, riktlinjer samt procedurer för registrering av säkerhetskomponenter.
- Säkerhetsaspekter av identitetshantering, biometri och privat integritet.
- Krav på bedömning av konformitet, ackreditering och revision inom informationssäkerhet.
- Säkerhetsutvärderingskriterier och metodik.

DEL

3

Inom 4S, har under projektets verksamhetstid, olika utvecklingsprojekt med bäring på industrins digitalisering adresserats. I detta avsnitt ges en kort sammanfattning av några av projektens karaktär, intressenter, utmaningar och resultat.

4S ERFARENHETER

från industriella projekt

Under projektets verksamhetsperiod från 2019 till 2021 har 4S adresserat en rad olika utvecklingsprojekt med olika perspektiv på industrins digitalisering. Syftet har varit att med ekonomiskt stöd lyfta fram standardiseringsfrågan i de olika sammanhangen. I detta avsnitt redovisas dessa projekt med karaktär, intressenter, utmaningar och resultat. Utöver nedanstående har även projekten Smart Steel, Säkerhetsstandarder för kollaborativa applikationer och Summit fått guidning eller finansiellt stöd genom 4S.

Projekt

Nationell testbädd smart produktion

Digitala Stambanan

Digitala Stambanan – Forskningsutbyte

Internet of DevOps

Life Cycle Data Management – LCDM

Kirurgens Perspektiv

Innovative Agile Construction for Globally improved Sustainability – Acon4.0

Digital produktionsinfrastruktur – DigiIn

Digitalisering av läkemedelslabb för processutveckling och pilotproduktion

Demonstration of Infrastructure for Digitalization enabling industrialization of Additive Manufacturing – DIDAM

Nationell testbädd smart produktion

Projektledare kontaktuppgifter:

Jannik Henser, Kungliga Tekniska högskolan (KTH)

Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab (PMH)

Tel: +46 8 790 90 68, Mobil: +46 7 376 523 59

henser@kth.se, www.pmh.itm.kth.se

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Projektet är ett av de nationella testbäddsprojekt som finansieras av Vinnovas program Produktion2030. PMH:s testbädd har utvecklats kring en femaxlig CNC-fleroptionsmaskin i ett delprojekt inom detta projekt. Dess mål är att öka användningen av digital teknik i svenska tillverkningsföretag och därmed öka konkurrenskraften. Konceptet med PMH-testbädden är att tillhandahålla en test- och valideringsplattform för tillverkning av drivlinor i en värdekedja geografiskt utspridd på flera platser. Inom ramen för initiativet "Swedish-German testbed for smart production" har demonstrationer gjorts med PMH på KTH:s campus som central nod och platser för PMH:s partners (Fraunhofer IPT i Aachen och Fraunhofer IWU i Chemnitz i Tyskland) för att visa koncept för industriella partners som vill testa och validera anslutningen av sina platser till en produktionsmiljö på flera platser.

PROJEKTETS INTRESSENTER

Deltagare: Teknikföretagen, Chalmers, KTH, Scania, Volvo, Sandvik Coromant, PDS Vision Group, Virtual Manufacturing Sweden.

Finansiär (kontantbidrag): Vinnova.

Finansiärer (medfinansiering): Scania, Volvo, Sandvik Coromant, PDS Vision Group, Virtual Manufacturing Sweden

PROBLEMSTÄLLNING (AVSER PMH:S DEL AV PROJEKTET)

Forskningsfrågorna nedan behandlades i PMH:s testbädd:

1. Kan en digital infrastruktur för en geografiskt utspridd värdekedja i kombination med lämpliga sensorer ge det aktuella tekniska tillståndet för en komponent i en sådan värdekedja med hjälp av en digital tvilling, oberoende av var processägaren befinner sig?
2. Kan modellbaserade dataanalysverktyg, som tillhandahålls i ett molnsystem, berika informationen i den digitala tvillingen med hjälp av simuleringsverktyg på ett sätt så att en verklighetsnära bild av komponenten genereras?

3. Är det möjligt att korrekt utvärdera det aktuella kvalitetstillståndet och att extrapolera den slutliga kvaliteten på en komponent från data som lagras i en digital tvilling?

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Resultaten av projektet inkluderar en digital infrastruktur med olika lösningar för att samla in och övervaka data och utföra analyser för att förbättra tillverkningsresultatet. För att lyckas med detta är standarder för informationshantering ett krav. I projektet har såväl användning som medverkan i utveckling av standarder varit en viktig del. De standardiseringsaktiviteter forskarna i projektet varit engagerade i är:

- ISO/TC184/SC4/WG 15: ISO/DIS 23247 Digital twin framework for manufacturing

I denna arbetsgrupp har PMH medverkat i en lyckad demonstration i samarbete med STEP Tools Inc, Sandvik Coromant och Association for Manufacturing Technology, AMT, https://youtu.be/wbsC_qzB8us

- ISO/TC184/SC5 WG 10: Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment
- ISO TC 184/SC 5/WG 13: Equipment behaviour catalogues for virtual production system

ÖVRIGT

Utöver att 4S-projektet möjliggjort aktivt deltagande i standardiseringsaktiviteter i ovannämnda ISO-arbetsgrupper, har KTH:s medlemskap i SIS för deltagande i TK 280 varit möjligt.

Digitala Stambanan

Projektledare kontaktppgifter:

Martin Friis
martin.friis@teknikforetagen.se
073-072 35 00

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Målet med projektet Digitala Stambanan var att förtydliga en för närvarande begränsad behovsbild för digitala värdekedjor, plattformar och digitala marknader i industrin. Den förtydligade behovsbilden ska användas för att sprida kunskap och demonstrerar till beslutsfattare och företag, speciellt inom segmentet små och medelstora företag, möjligheter och utmaningar i transformationen till digitala värdekedjor.

Projektet fokuserade på dataöverföring i gränssnittet mellan företag och organisationer i värdenätverk. Behovsbilden togs fram utifrån identifierade behov inom både process- och tillverkningsindustrin som gav insikterna för att skapa och utveckla Proofs-of-Concept med tillämpningen av digitala plattformar och digital teknik. Arbetet genomfördes tillsammans med projektets värdekedjor, teknikföretag, akademi och nätverksorganisationer för att beskriva förutsättningarna för en Digital Stambana i form av olika fallstudier.

PROJEKTETS INTRESSENER

- Under 2018 startade samverkansprojektet Digitala Stambanan, initierat av de strategiska innovationsprogrammen PiiA (Processindustriell IT & Automation) och Produktion2030. Projektet som pågick 2018–2020 finansierades genom regeringens samverkansprogram "Uppkopplad industri och smarta material".
- Projektet inkluderade 28 parter från akademi, forskningsinstitut, nätverksorganisationer och industrin (22 st). Tillsammans i projektkonsortiet utforskades och kartlades sju industriella värdekedjor från utvinning av råvara, via olika leverantörsled till slutmontören (OEMen).
- Projektet har också fokuserat på informations och kunskapsspridning utanför det egna projektkonsortiet för ökade effekter till industrin som helhet.

PROBLEMSTÄLLNING

Sverige är ett av världens mest konkurrenskraftiga exportländer, men den industriella digitaliseringen förändrar förutsättningarna för alla. Därför behöver svensk

industri snabbt skapa en effektiv digital infrastruktur och en stark förmåga att delta i konkurrensen på en ny digital världsmarknad. Sverige behöver en ny digital stambana, digital infrastruktur, för att möjliggöra dataströmmar som skapar värden i flöden mellan företag på en digital marknad. Den digitala stambanan kopplar samman hela industrin, från råvaruleverantörer, via processindustri och tillverkningsindustri, till konsumenter. Kombinationen av den digitala och fysiska sammankopplingen av leverantörskedjor möjliggör en konkurrenskraftig svensk industri.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Projektets resultat från värdekedjorna gav insikter och konkreta förslag på värdeskapandet av digitalisering. Syntes av insikterna, i form av både möjligheter och utmaningar med digitalisering, sammanställdes i en Reseguide. Reseguiden har till syfte att underlätta industrins digitalisering genom att presentera ett strukturerat arbetssätt när man tar sig an digitalisering. Demonstratorer skapades i labbmiljö. En neutral plattform för kunskap och erfarenhetsutbyte skapades genom att etablera Digitala Stambanan som varumärke och begrepp, vilket tillgodoser industrins önskemål om fortsatt gemensamt arbete.

ÖVRIGT

I projektet var ett av koncepten av intresse digitala tvillingar och projektet hade ett utbyte med ISO:s standard ISO 23247 "Digital Twin Framework for Manufacturing" som är under utveckling. Projektet bidrog också med insikter om värdet av den digitala tvillingen i tillverkningsindustrin från intervjuer med projektdeltagare som representerar användarna i industrin, vilket har publicerats i artikeln:

Bärring, M., Shao, G., & Johansson, B. (2020). Digital Twin for Smart Manufacturing: the Practitioner's Perspective. Proceedings of the ASME 2020 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Volume 2B: Advanced Manufacturing. DOI: <https://doi.org/10.1115/IMECE2020-24037>.

Digitala Stambanan – Forskningsutbyte

Projektledare kontaktppgifter:

Maja Bärring
maja.barring@chalmers.se
072-350 93 41

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Digitala Stambanan syftar till att öka informationsutbytet och dataströmmarna mellan aktörer i en värdekedja för att stödja samverkan och stärka konkurrenskraften. I utbytet av information är interoperabilitet en förutsättning för att man ska lyckas med informationsutbytet och användning av redan existerande data i olika informationssystem. Bakgrunden till forskningsutbytet var tillämpningen av standarder för att stödja informationsutbyte.

PROJEKTETS INTRESSENER

- Digitala Stambanans projektpartners samt finansören Vinnova
- NIST där forskningsutbytet genomfördes
- ISO och SIS då arbetet visade på en utökad användning av befintliga standarder

PROBLEMSTÄLLNING

Att ta fram virtuella modeller av produktionsutrustning och mer specifikt av CNC-maskiner med dess verktyg för att kunna stödja beslut i flera steg av produktionsprocessen är idag vanligt förekommande i industrin. Det är också önskvärt och vanligt förekommande att dela virtuella modeller mellan funktioner i samma organisationer men också mellan organisationer. Här uppstår problematiken i att byta information om modellen mellan olika datorstödda program (CAx) såsom CAD. ISO-standard 10303, också kallad STEP, har utvecklats för att kunna stödja utbytet av data om modellen i ett standardformat, men idag är det enbart geometriska data som kan utbytas automatiskt medan kinematiska data förloras.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

I projektet utvecklades en metod för att kunna möjliggöra en utökad användning av ISO-standard 10303 (STEP) så att en komplett STEP fil kan skapas med både geometriska och kinematiska data. Detta för att ge förutsättningarna för informationsdelning och skapa intero-

perabilitet mellan olika CAD program eftersom det är vanligt förekommande att man använder flera CAD program inom en organisation och i olika organisationer.

ÖVRIGT

Resultaten har presenterats för standardiseringsgruppen ISO TC 184 SC 4 WG 15 "Digital Manufacturing" på ett möte i november 2019. Resultaten har också publicerats i ett konferensbidrag till ITU Kaleidoscope och presenterades vid konferensen hösten 2020.

Bärring, M., Shao, G., Helu, M., & Johansson, B. (2020). A Case Study for Modeling Machine Tool Systems Using Standard Representations. 2020 ITU Kaleidoscope: Industry-Driven Digital Transformation (ITU K), 1-8. DOI:10.23919/ITUK50268.2020.9303218

Internet of DevOps

Projektledare kontaktpgifter:

Ulf Carlsson Syntell AB
ulf.carlsson@syntell.se

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Deltagande i internationellt IEC/ISO standardiseringsprojekt för att utveckla en ISO och IEC Standardiserad referensmodell för Smart Manufacturing. En viktig input från SIS/TK 280 "Information och automation i produktlivscykeln" är det skandinaviska (Sverige och Norge) ramverket för smart industri SSIF "Scandinavian Smart Industry Framework". "IEC/ISO Joint Working Group 21 Smart Manufacturing Reference Model(s)" är ett samarbetsprojekt för "Smart Manufacturing" mellan de delar i ISO och IEC som arbetar med Industriell standardisering: ISO/TC 184 Automation systems and integration och IEC/TC 65 Industrial-process measurement, control and automation".

JWG21 började med en förstudie 2016–2018 som analyserade de 16 deltagande ländernas ramverk för "Smart Manufacturing/Industry" utifrån sina nationella perspektiv. Detta resulterade i den tekniska rapporten "IEC/DTR 63319 A meta-modelling analysis approach to smart manufacturing reference models (JWG21 Smart Manufacturing Reference Model(s))". Därefter påbörjades arbetet med utvecklingen av ISO och IEC standarden "IEC/AWI 65815 Unified Reference Model for Smart Manufacturing" URMSM skall bli en enhetlig, standardiserad referensmodell för "Smart Manufacturing/Industry" baserad på de 16 nationella inputen exemplifierade av de amerikanska, tyska och skandinaviska ramverken.

URMSM är inte 1st modell, utan en specifikation för en familj av referensmodeller med olika syften som delar strukturella och beteendemässiga egenskaper avsedda att främja interoperabilitet. Syftet med var och en av dessa referensmodeller är att göra det möjligt för utvecklare av Smart Manufacturing-standarder och Smart Manufacturing-utövare att få bättre möjligheter att implementera modeller av produktionssystem och produkter som drar full nytta av tekniska innovationer.

PROJEKTETS INTRESSENER

Experter till arbetsgruppen nomineras via SIS, Svenska Institutet för Standarder. Från Sverige deltar förutom Syntell AB även KTH, LTH och Eurostep.

PROBLEMSTÄLLNING

Att hitta en lösning på att det i dag saknas standardiserade integrerade modeller för tillverkning, produkter och

industriella ekosystem över deras livscykler, inklusive åtkomst till de standarder som behövs för att uppnå semantiskt interoperabelt informationsutbyte (när den är införd i digitala teknologier, vars utvecklare är den första målgruppen).

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

För att ta fram en gemensam referensmodell skapades först den metamodellbaserade metoden för att kunna analysera och standardisera de nationella ramverkens olika beskrivningssätt. Här bidrog det skandinaviska teamet med att initiera det metamodellbaserade angreppssättet som visat sig framgångsrikt för analysen. URMSM standardiserade beskrivningssätt gör att de modeller som tas fram för olika industriella behov blir kompatibla vilket också innefattar modeller av den miljö i vilka produkter tillverkas och används. Att kunna integrera modeller av produkten med modeller på miljön är viktigt inte minst med tanke på hållbar omställning.

För att kunna uppnå en samlad beskrivning av all information från de nationella ramverken behövde informationen i URMSM struktureras matematiskt mot beskrivningsbara dimensioner. Här bidrog det skandinaviska teamet med att förklara skillnaden att matematiskt i modellen hantera 1-n dimensioner mot att kunna grafiskt visa flera än 3 dimensioner.

Genom sin matematiska beskrivningsmodell och dess dimensioner "Industriella kunskapsområden" med enhetliga begrepp kan användare ta fram modeller med det urval av dimensioner som då behövs.

Det skandinaviska teamet bidrar specifikt genom att SSIF "Scandinavian Smart Industry Framework" är uppbyggd av dimensioner enligt liknande principer som URMSM. SSIF har semantisk "rymd" i mitten som uttrycker gemensam semantik för de valda kunskapsområdena (här 6 dimensioner). Semantik har visat sig centralt för URMSM, där det skandinaviska teamet bidragit starkt till principerna för semantik.

Teorin för detta (Semiotik) är illustrerad med den semiotiska triangeln med dess tre-eniga hörn "Begrepp", "Symbol (Term)" och "Verkligt fenomen". Detta innebär, att varje Symbol på dimensionsaxlarna i "SSIF Kuben" är kopplade till det begrepp som ger betydelsen av det verkliga fenomen som avses med Termen. Det verkliga fenomenet till exempel organisation kan vara allt från en concern till en båtklubb.

Life Cycle Data Management - LDCM

Projektledare kontaktpgifter:

Erik Molin
erik.molin@seiia.se
070-244 99 80

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

LCDM (Life Cycle Data Management) startade som ett projekt inom PiiA för att öka kunskapen om Industriell Interoperabilitet inom svensk processindustri. Resultatet av LCDM var att frågeställningen och behovet hos industrin var av den digniteten att industrin bestämde sig för att det behövs en svensk representant som aktiverar sig i det internationella standardiseringsarbetet men också engagerar sig i den svenska standardiseringen inom SIS där det saknades representation i SIS kommittéer. som ett resultat av LCDM-projektets slutredovisning bildades Swedish Industrial Interoperability Association – SEIIA.

PROJEKTETS INTRESSENER

Idag har SEIIA 30 medlemmar och sen starten har följande industriföretag varit delaktiga och bidragit till bildandet av föreningen genom LCDM-projektet: Stora-Enso, SCA, Holmen, ABB, Siemens, Eurocon/Sitebase, SSG, AFRY, Preem, X-EAM, Plan B, Symetri, ForsCon, Roboet. Nuvarande medlemmar finns på hemsidan <https://seiia.se/medlemmar/>

PROBLEMSTÄLLNING

Informationsutbytet från Projekt till Förvaltning är ett problemområde som många anläggningsägare i processindustrin haft synpunkter på länge. Mycket av informationen finns inbundet i olika dokumentlösningar och har krävt manuellt arbete med att extrahera data till de förvaltande systemen, ERP/Underhållssystem. Kunskapen om de internationella standarder som finns på området har varit dålig och adoptionen mer eller mindre obefintlig. ISO 15926 är en av de mest betydande standarderna.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Under LCDM-projektet skapades ett internationellt nätverk med aktörer som jobbat med samma problemställning som vi observerat under lång tid i Sverige och nätverket gav oss inblick i de lösningar som används inom andra industrigrenar internationellt. Där Olja- och Gasindustrin visade sig ligga i framkant och där Norge

tagit en ledarposition som ansvariga för framtagningen av ISO 15926 och jobbat med frågan i trettio år. Idag ingår SEIIA i ett internationellt nätverk och vi deltar aktivt i ISO arbetet inom TC184-SC4-WG3 & WG22. Vi försöker påverka SIS och TK280 att prioritera frågan utöver Produktperspektivet (ISO 10303) som är det historiska engagemanget. Förslag är att processindustrifrågorna bildar en egen Arbetsgrupp inom TK280 då det är andra standarder som också ligger nära arbetet som IEC/ISO 81346. Även en namnändring av TK280 föreslås där "produktion" läggs in i titeln.

ÖVRIGT

Vi som är engagerade i SEIIA är ganska nöjda med den påverkan vi gjort sen vi startade första LCDM projektet 2017. En bekräftelse på det är att Vinnova vid utlysningen för "Forum för standardisering i digitaliserad industri" skrev in att projektet skulle synka sitt arbete med SEIIA som är den organisation som tagit frågan vidare inom Svensk Processindustri. Vi sitter också med i ett nytt projekt där vi ska delta och forma PiiAs framtida utlysningar och påverka synen på Interoperabilitet. Finns annars en risk att aktörer fortsätter uppfinna hjulet igen då man saknar grundläggande kunskap om vad som redan är gjort och etablerade industriella lösningar/standarder på Industriell Interoperabilitet.

Kirurgens Perspektiv

Projektledare kontaktuppgifter:

Kiet Tran (medicin)

Anders Robertsson (teknik), med flera.

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Dagens kirurgiska operationsberättelser består av en redogörelse i ord vilka den opererande läkaren och hans kärnteam kan förstå. Ett mål är att morgondagens operationsberättelser förbättras och även består av rörliga 3D bilder. På så sätt blir de mer fulltäckande och begripliga för en större skara. Dessutom kan de användas för lärande, till exempel på läkarutbildningar eller av övriga läkare inför liknande (re-)operationer. För att kunna samla in bildmaterialet till de rörliga 3D bilderna behövs robotik som säkerställer att kamerorna följer kirurgens synfält. Visionen är att ge sjukvården moderna operationsberättelser. Detta möjliggör ökat lärande inom kirurgi och sjukvård vilket i sin tur även leder till färre misstag och därmed ökad tillgänglighet i operationssalarna.

PROJEKTETS INTRESSENER

Projektet har finansierats av Vinnova, mer specifikt av programmet Utmaningsdriven Innovation (steg-1 och steg-2). Som deltagare i projektet ingår Skånes Universitetssjukhus (SUS), Lunds universitet (LU), samt ett antal företag inom medicin- och teknikbranscherna. Projektet startades år 2016. Projektet pågår fortfarande, men har idag ingen finansiering från Vinnova.

PROBLEMSTÄLLNING

Sverige har avancerad sjukvård. De nya möjligheterna som digitaliseringen medför, i och med introduktion av nya tekniska hjälpmedel och verktyg, möjliggör att vi tar ytterligare ett kliv framåt inom avancerad vård. Projektet adresserar möjligheter att använda robotik, bildbehandling, och 3D-teknik inom kirurgi; inför, under och efter operation.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Idag hänger en kameraställning med sju kameror i operationssalen på SUS i Lund och ett flertal operationer är inspelade. Vissa initiala försök har även gjorts för att undersöka om det vore möjligt för kamerorna att även

projicera bilder i operationssåret, till exempel markörer för vart stygn som skall sättas för att ge det suturerade såret så hög hållbarhet som möjligt. Initiala försök har även gjorts beträffande användargränssnitt för den som skall titta på det inspelade materialet. Diskussioner om vilka standarder som finns (och vilka som saknas) inom medicin-teknikområdet har förts, främst inom området för kollaborativa robotar (SIS TK278).

ÖVRIGT

Projektet 4S har varit med och finansierat medlemskap i SIS under en period. Detta har varit mycket värdefullt för att deltagarna i Kirurgens Perspektiv ska få insikt i vilka möjligheter och begränsningar som standarder sätter, samt kännedom om vilka nya standarder som efterfrågas inom det medicintekniska området.

Innovative Agile Construction for Globally improved Sustainability – Acon4.0

Projektledare kontaktuppgifter:

Anders Robertsson (reglerteknik) och

Mathias Haage (datavetenskap), Lunds universitet, med flera.

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Byggbranschen har stora problem kopplat till produktivitet, byggnadskvalitet, jämställdhet, säker arbetsmiljö samt miljöpåverkan. Dagens verktyg är utvecklade för att stötta existerande värdekedjor och byggsystem och kan ses som en del i sektorns problem. Acon-projektet arbetar för att ta fram och utveckla lösningar inom byggnation genom att; minska byggbranschens nuvarande fragmentering, koppla digital design till produktionsautomation, utveckla säkrare och mer jämställda arbetsplatser, ta fram anpassad robotisering för samverkan med arbetare på byggsplatsen.

PROJEKTETS INTRESSENER

Projektet finansieras av Vinnova, mer specifikt av programmet Utmaningsdriven Innovation (UDI steg-1 och UDI steg-2). Som deltagare i projektet ingår Lunds universitet (LU), samt ett antal företag inom byggbranschen (Cementa, Peab, FOJAB, AChoice, Cognibotics). Projektet startades år 2019.

PROBLEMSTÄLLNING

Byggindustrin omsätter årligen ca 500 mdkr per år och värdet på fastighetsbeståndet kan uppskattas till drygt 6 000 mdkr med 500 000 anställda i 20 000 företag. Byggbranschen är mycket konjunkturkänslig med sina låga marginaler och dessutom globalt en av de minst digitaliserade branscherna och med lägst produktivitetshöjning.

Projektet avser utveckla lösningar inom byggnation genom att koppla digital design till produktionsautomation som återkopplas genom hela kedjan, för att visa på nya metoder för småskalig produktiv robotisering till en låg investeringskostnad, att utgående från befintligt byggsystem digitalt och modulärt utveckla ett robotanpassat och kunddrivet byggsystem (mass customization) samt införa automation i byggbranschen som erbjuder bättre ergonomi och minskar antalet arbetsplatsolyckor mot samma nivå som för övriga sektorer i Sverige, vilket även långsiktigt ger förutsättningar för ökad jämlikhet samt ett hållbart samhälle.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

På Centrum för Byggrobotik, LTH, Lunds universitet, har projektpartnererna utvecklat både ett mobilt robotsystem med konventionell industrirobot och en parallellkinematisk robot som integreras i den digitala verktygskedjan för både uppdatering av digitala modeller och sensorbaserad återkoppling för robusthet. Mobilroboten har använts i fältstudier på byggarbetsplats och båda systemen kan användas i s.k. prefab-tillverkning.

ÖVRIGT

Projektet 4S har varit med och finansierat medlemskap i SIS under en period. Det har varit mycket värdefullt för deltagarna i Acon4.0-projektet att få insyn i pågående standardiseringsarbete inom robotik-området.

Digital produktionsinfrastruktur – Digin

Projektledare kontaktuppgifter:

Gunilla Sivard
KTH
gunilla@kth.se

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Digin demonstrerade hur en digital infrastruktur kan stödja smart tillverkning via en digital tvilling som skapas baserat på befintliga IT-applikationer för utveckling och planering, och som uppdateras baserat på produktionsresultat. Demonstratorn uppfördes i Scantias "Smart factory lab" i ett monteringsfall för trambilar där en instruktion skapas på order och levereras till operatör och robot. Resulterande tider och moment mättes och sparades sedan i den digitala modellen som underlag till förbättring. Lösningen baserades på kommunikation via en servicebuss och användning av informationsstandarden ISO10303-239 (PLCS) för att samordna information mellan olika intressenter och livscykelsteg.

PROJEKTETS INTRESSETER

Projektet genomfördes inom ramen för det Strategiska innovationsprogrammet Produktion 2030, Vinnova diariennr: 2017-02256. Deltagare från Scania CV AB; Solme (IT-leverantör SMF); Rise Swerea IVF; Eurostep AB (IT-leverantör SMF); KTH Industriell Produktion och PMH Applications lab.

PROBLEMSTÄLLNING

Projektet tittade på den för närvarande dåliga integrationen mellan IT-system för design och utveckling, och IT-system för produktion (ibland benämnda OT). Målet var att studera hur integration kan stötta via en distribuerad infrastruktur med kommunikation och samordning via informationsstandarder.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Digin ledde till utökade kunskaper runt möjligheter och utmaningar med att samordna information med hjälp av informationstandarder. Vi publicerade artiklar och ett examensarbete som analyserade standarden PLCS användning i relation till IEC/ISO 62264 (ISA95) och RAMI (informationsramverket inom Industrie 4.0).

4S projektet möjliggjorde deltagande i flera samverkansprojekt inom ISO via SIS, Svenska Institutet för

Standarder. Inom JWG21 (Joint ISO/TC 184 - IEC/TC 65/ JWG 21 - Smart Manufacturing Reference Model(s)) har vi bidragit till utvecklingen av bland annat IEC/AWI 65815 Unified reference model for smart manufacturing och IEC/DTR 63319 A meta-modelling analysis approach to smart manufacturing reference models. Inom ISO TC 184/SC, har vi bidragit till utveckling av standarden ISO 23247 Digital twin framework for manufacturing, en uppsättning av protokoll i olika lager för att skapa och underhålla digitala tvillingar. Vi använde Digin användningsfall för bearbetning av kedjehjul i trampbil (arbetsnamn Spikey) som ett underlag för samarbetet och har fördjupat förståelsen för hur information kan kommuniceras mellan olika livscykelsteg. Vidare har deltagandet i JWG21 gett en djupare insikt i behovet av, och metoder för, att skapa en gemensam begreppsapparat som korsar gränserna mellan utveckling och produktion. Erfarenheterna har använts i vidareutveckling av kursen MG2038 Digitala fabriker på Masternivå och lägger grunden för framtida forskningsprojekt. Sammanfattningsvis så har projektet bidragit till en tydligare bild av hur information och standarder kan användas för att knyta ihop utveckling- och produktionsfaser som bas för cirkulära och distribuerade arbetssätt. Dessa erfarenheter har influerat både forskning och utbildning på KTH.

Digitalisering av läkemedelslabb för processutveckling och pilotproduktion

Projektledare kontaktuppgifter:

Anna Lindholm
anna.lindholm@modelon.com

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

Projektet skall utveckla och demonstrera ett koncept för digitalisering av ett utvecklingslabb för biologiska läkemedel med inslag som automatisk processdesign och autonom pilottillverkning, med kompletterande digital och virtuell labbmiljö. Detta åstadkoms genom att utveckla en öppen, generell, modifierbar digital plattform för integrering av utrustning för processutveckling och pilotproduktion av nedströmsprocesser. Visionen är att plattformen skall ge användare möjlighet att med relativt små resurser koppla ihop hela produktionslinjer i labbskala. Modelon deltar i projektet för att utveckla metoder och generella arbetsflöden för simulering och optimering av labbprocesser, samt ger projektets deltagare tillgång till dessa genom simuleringsplattformen Modelon Impact.

PROJEKTETS INTRESSETER

LTH Kemiteknik, Novo Nordisk, Cytiva, BioInvent och Modelon.

ÖVRIGT

Projektet har fått stöd av 4S i form av medlemskap i standardiseringsorganisation. Mycket pågår inom standardisering kring modellering och simulering och det är värdefullt för projektet att kunna ta del av detta, samt följa det utvecklingsarbete som pågår. Projektet har startats under 2021 och har ännu inte rapporterat några delresultat.

Demonstration of Infrastructure for Digitalization enabling industrialization of Additive Manufacturing – DIDAM

Projektledare kontaktuppgifter:

Jonas Rosén, Eurostep
med flera

ALLMÄN PROJEKTÖVERSIKT

DIDAM utvecklar och demonstrerar prioriterade delar av den digitala infrastrukturen som krävs för att industrialisera Additiv Tillverkning (AM). Tillverkare, leverantörer av digitala plattformar, tillsammans med institut och universitet representerar aktörer i en komplex värdekedja. Målet är att demonstrera sätt att säkra spårbarhet (digitala trådar) och förbättrad produkt och processkvalitet genom modellering/simulering med digitala tvillingar vilket ska leda till -30% färre fel vid printning, -50% behov av externa kvalitetsprov samt -15% kortare ställtider.

PROJEKTETS INTRESSENER

I projektet deltar flera olika parter så som Chalmers, Rise, Epiroc, Brogrens, Eurostep, AB Volvo, Uddeholm, PrintSys, Gestamp och Valuechain.

PROBLEMSTÄLLNING

Projektet avser att möjliggöra:

- ett effektivt flöde och tillgång till digital information genom den additiv värdekedjan.
- för nya aktörer att effektivt dela och utbyta digital information i nya värdekedjor.
- införandet av resurseffektiv produktion och "remanufacturing" av nästa generations produkter, i mål enligt FN SDG 9 och 12.

RESULTAT OCH GJORDA ERFARENHETER

Användningsfall från industripartner definieras och kapacitet och luckor har identifierats. Utvecklingen av processer och informationsmodeller pågår. Utvärdering av lösning för ökat IP-skydd kommer att studeras.

ÖVRIGT

Hos vissa av industrideltagarna finns en stor medvetenhet och kunskap om både nationella och internationella standarder. Projektet 4S har hjälpt vissa deltagare med finansiering länkat till arbete med nationella och internationella standarder.



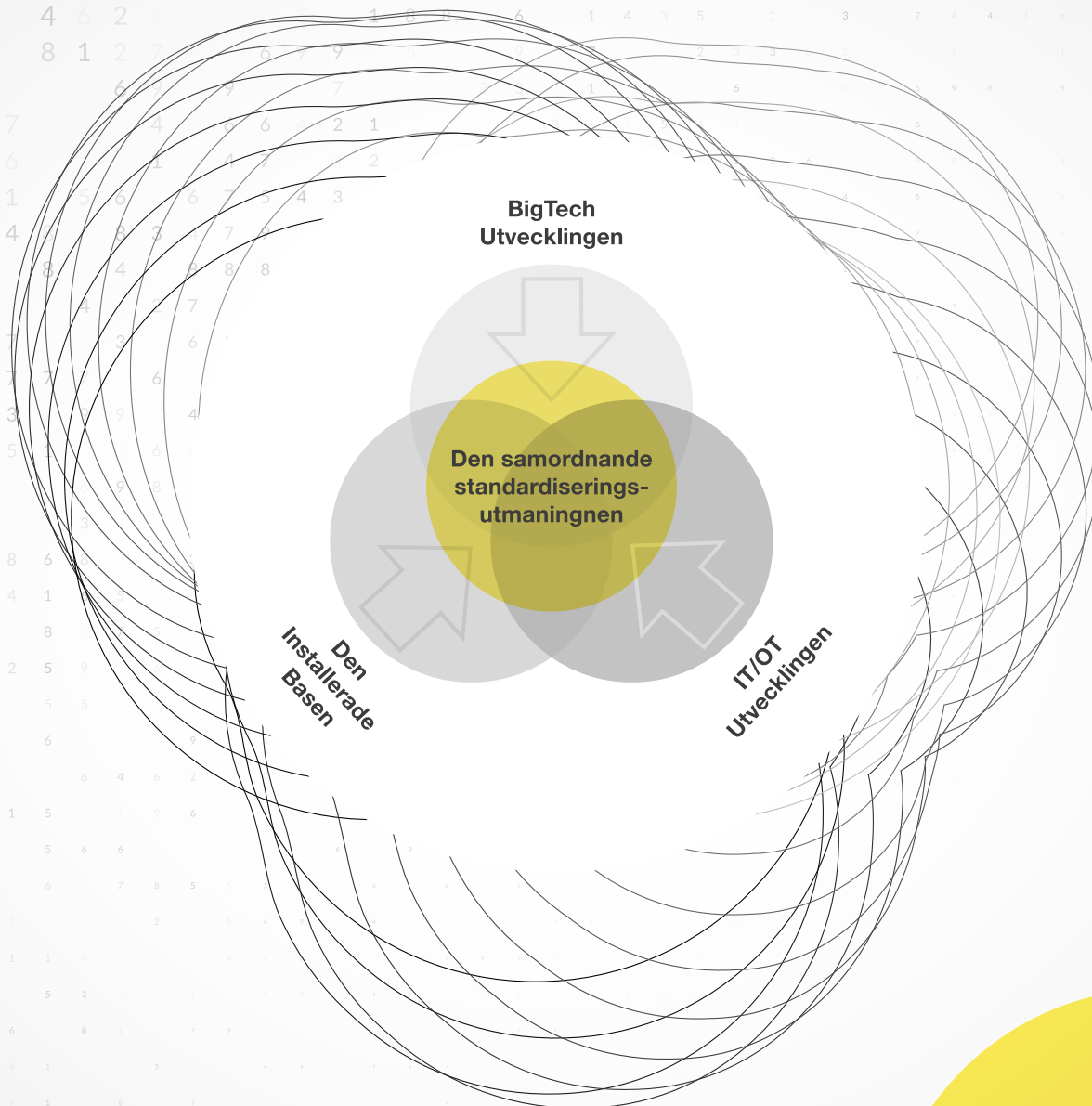
DEL

4

Genom att sätta industrins digitala utveckling i ett historiskt perspektiv går det också ana hur väsentlig standardiseringen kommer att bli även för detta industriella skifte och den utveckling som kommer efter det.

REFLEKTIONER

över den fortsatta utvecklingen



STANDARDER OCH DEN DIGITALA OMVANDLINGEN AV INDUSTRI

Med en utgångspunkt från den tillverkande industrins tidiga utveckling har vi i denna skrift försökt ge en överblick över standarders roll som värdeskapare i samhället. Så viktiga att utan dem skulle förmodligen världen se ganska annorlunda ut. Genom att sätta industrins digitala utveckling i ett historiskt perspektiv går det också ana hur väsentlig standardiseringen kommer att visa sig bli även för detta industriella skifte och den utveckling som kommer efter det.

Världen befinner sig i en klimatkris som kräver omställning av samhällets energianvändning. En rapp och harmoniserad omställning av industrin till klimatneutralitet och effektivare resursanvändning kräver digitalt stöd. För effektiv digitalisering av värdesystemen krävs standarder. Digitala industristandarder blir i sin tur centrala för framgångsrik implementering i värdekedjorna på global nivå, men även för att underlätta det vidare innovationsarbetet. Vikten av dessa samband kan inte överskattas eftersom det är den *sammankopplade världen*, det fria flödet av data mellan miljöer, maskiner och människor som skapar de nya samhällsvärdena. Inklusivt hoppet om att rädda klimatet och miljön.

Därför drivs också teknik och system mot konvergens och gränserna suddas ut mellan sektorer, produkter och tjänster, mellan produktion och konsumtion. Den *disruptiva* effekten av nya industriprocesser och det fria flödet av information river också branschgränser och skapar nya icke-fysiska produkter. Digitaliseringen sätter fokus på industrins leverans av mätbara resultat för kunderna. För att förbli konkurrenskraftiga måste förståelsen för kundernas behov och sammanhang där produkter och tjänster kommer att användas, fördjupas. Det kräver också mer av det officiella standardiseringssystemet för att hålla jämna steg med den exponentiella tekniska utvecklingen, inte minst inom IoT-området. Standarder måste ta hänsyn till att leverans av digitala lösningar är beroende av många olika aktörer. IoT och delningstjänster i molnet kan inte byggas av enskilda företag eller för den delen enskilda nationer.

I kärnan av processen återfinns ett standardiserat datautbyte eftersom industrin i allt högre grad behöver förlita sig på det *digitala affärsekosystemet* för att förstå kundernas behov och beteenden, och att också göra det rätt i tiden. En viktig del i utvecklingen är förstas användningen av internet

Figur 15: Den första förändringskraften är bevarande och det tekniska arvet av system redan i drift inom industrin. Den andra kraften är Big Tech-företagens inflytande. Den tredje är traditionell IKT- och OT-industris mobilisering. Ovanpå denna triads sammanlagring har standardiseringsorganen uppgiften att jämka samman hållbara globala standarder.

II En rapp och harmoniserad omställning av industrin till klimatneutralitet och effektivare resursanvändning kräver digitalt stöd.

som gör det möjligt att spåra, mäta och analysera i produktionen och produktanvändningen genom IoT-teknik med sensorer och dataströmmar från anslutna maskiner och människor. Mycket av den utvecklingen sker nu hos de dominerande BigTech-företag. Stora summor pumpas in i molntjänster, AI, maskininlärningsmetoder och plattformar. Några få BigTech-företags FoU-investeringarna uppgår till respektive 500 mdr kronor per år (PiiA och Blue Institute, AI & Digitala Plattformar, 2019). Det motsvarar vad hela IKT- och OT-branscherna i världen investerar tillsammans.

Den snabba digitaliseringen skapar samtidigt mängder av nya defactostandarder. Enligt EU-kommissionen fanns det redan 2016 mer än 600 standarder inom IoT-området. Sådan tillväxt leder i sig själv till betydande ökning av komplexiteten och kan motverka i stället för att främja

innovationsutvecklingen. För att möta den utmaning krävs kartläggningar av relevanta standarder inom olika områden, som hjälp för forskare, innovatörer och standardsättare att navigera och arbeta mer effektivt.

Enligt en OECD-rapport från 2017 (Key Issues For Digital Transformation In The G20) menar man att den ultimata och slutgiltiga lösningen för komplett digital transformation är en gemensam neutral standardbaserad referensarkitektur. Mot det kan ställas den reala utvecklingen med starka marknadskrafter i BigTech-företagens intressen och industrins mycket stora investerade kapital i datorteknik med lång livstid kvar. Ett arv som också är ett kunskapskapital sammansatt av alla de produktionstekniska algoritmer som finns inbyggda i systemen.

Marknaden för att digitalisera framtidens industri omsätter cirka 3 500 mdr kronor varje år (PiiA och

Blue Institute, AI & Digitala Plattformar, 2019). Till det ska läggas att det tekniska arvet från åttio- och nittiotalet är en väsentlig marknadspåverkande kraft som är värt många tusentals miljarder kronor i system med livslängd kvar. Den andra väsentliga kraften är Big Tech-företagens inflytande på innovationer och utveckling med ambitioner om att regera sina marknader. Den tredje är den traditionella IKT- och OT-industri som måste mobilisera för att finna roller i den förändrade marknaden (se även del 2). Ovanpå denna sammanlagring av intressen har standardiseringsorganen den stora uppgiften att för marknaden och samhällets bästa jämk samman hållbara och globala standarder. Då skapas ånyo stora värden inte bara för oss utan också för kommande generationer.

För svensk industri har den digitala utvecklingen bara börjat och diskussionen om standardisering-

ens betydelse för både den teknikanvändande industrin och svenska teknikleverantörer behöver fortsätta. Standardisering är som vi sett en fundamental del av det globala marknadssystemet som måste behärskas på samma nivå som andra attribut som bestämmer framgång för enskilda företag och hela industrinationer. Därför behövs även fortsättningsvis kraftsamling som utmanar och vägleder industrin med väl förpackad kunskap. Här spelar naturligtvis de stora standardiseringsorganisationerna SIS, SEK Svensk Elstandard och ITS i täten. Men ansvaret vilar även privata standardiseringsinitiativ och de strategiska innovationsprogrammen med PiiA och Produktion2030 som portalprogram för processindustrin, den tillverkande industrin och teknikleverantörerna.

DEN HÄR RAPPORTEN HANDLAR OM STANDARDERS VÄRDESKAPANDE ROLL I INDUSTRIHISTORIEN

I denna skrift utgiven av initiativet 4S ges en översikt av standarders värdeskapande roll i industrihistorien och vad som händer nu när industrin digitaliseras. Världen är på väg att ställa om industrin för effektivare resursanvändning och klimatneutralitet. För att de ska kunna ske krävs digitalt stöd. Och för digitaliseringen blir industristandarder avgörande för framgångsrikt införande i värdekedjorna och för att underlätta det fortsatta innovationsarbetet. Det är *den sammankopplade världen*, det fria flödet av data mellan miljöer, maskiner och människor som möjliggör nya hållbara samhällsvärden.

blue institute



Pi!A



SIS Svenska
Institutet för
Standarder

Med stöd från:

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet
