

# GRÖNT GULD DIGITALA VÄRDEN

---

Om den gröna och digitala omställningen  
av svensk skogsindustri

# Innehåll

Förord	5
Inledning	6
Disposition	7
<b>Del 1. Skogsindustrin</b>	<b>8</b>
<i>Stora trender</i>	13
<i>Men också marknader i förändring</i>	14
<i>Skogen räcker inte till allt</i>	16
<i>Trä som konstruktionsmaterial</i>	18
<i>Massproduktion</i>	20
<i>Pappersproduktion</i>	23
<i>Bioraffinaderier</i>	24
<i>Sammanfattning</i>	28
<b>Del 2. Grönt Guld med Digitala Värden</b>	<b>30</b>
<i>Dubbel omställning – om Twin transition som europeisk tillväxtstrategi</i>	33
<i>Skogen ett i grunden grönt industrisystem</i>	36
<i>Grön-digital systemomställning i skogsindustrin</i>	40
<b>Del 3. Riv Pyramiderna</b>	<b>52</b>
<i>Datadrivna värdesystem</i>	58
Slutord	60
Appendix	64
<i>PiiA:s projektportfölj inom skogsindustrin</i>	66

---

<b>Titel</b>	Grönt Guld Digitala Värden
<b>Huvudförfattare</b>	Örjan Larsson
<b>Grafisk Produktion</b>	Söderlund Design
<b>Utgiven</b>	Oktober 2024
<b>Utgivare</b>	Innovationsprogrammet PiiA

En samproduktion mellan PiiA och Blue Institute med finansiering från VINNOVA

---

---

# Förord

---

## Grön och digital omställning en fråga om teknisk innovation och utvecklade arbetsätt

Vår tids industriutveckling är historisk. Energiomställningen, utfasningen av det fossila och skiftet till cirkularitet i avancerat digitaliserade värdesystem har betydelse som motsvarar artonhundratalets mekanisering och nittonhundratalets massproduktion. Det är ny industriell revolution. Utvecklingen påverkar naturligtvis även skogsindustrin så att den i skrivande stund ser rätt annorlunda ut än den gjorde för bara fem år sedan. Det är en omställning som fortsätter och kommer att förändra industrin ännu mer under de kommande åren. Potentialen finns nu för att utveckla svensk skogsindustri så att den långsiktigt kan konkurrera med och ersätta fossilbaserade produkter. Det gamla talesättet "skogen, vårt gröna guld" får nya innebörder. Men det svenska guldet kan inte realiseras utan digitala värden. Därför står svensk skog- och bioindustri också inför utmaningen att ta till sig den digitala utvecklingen så att den gröna omställningen blir möjlig. Grönt och digitala behöver gå hand i hand i dubbel omställning.

Det är i denna tid av omställning det strategiska innovationsprogrammet PiiA tillsammans med

industrin finansierar forskning, utveckling och kunskapsspridning för att svensk industris konkurrensförmåga ska utvecklas med digitala värden. Av den miljard som PiiA investerat i innovationssamarbeten mellan industrin, teknikleverantörerna och akademien har en stor del allokerats till skogsindustrin. I appendix till denna rapport finns en sammanställning av dessa projekt.

Svensk skogsindustri är väl datoriserad och automatiserad, det bekräftas av dess effektivitet och konkurrenskraft. Men när nya gröna produkter i hållbara värdesystem ska realiseras och skapa tillväxt, behöver också nya steg tas. Grön och digital omställning i symbios är en fråga om teknisk innovation, men också om utvecklade arbetsätt, nya samarbeten och stöd från politik och regelverk. När den gröna omställningen sker i symbios med digitala förmågor talar vi om Twin Transition. Det är om detta denna skrift handlar – om hur Grönt Guld kan skapas med Digitala Värden.

Med ett stort tack till Torgny Persson, Skogsindustrierna och Jonas Uller Billerud för värdefulla konsultationer.

# Inledning

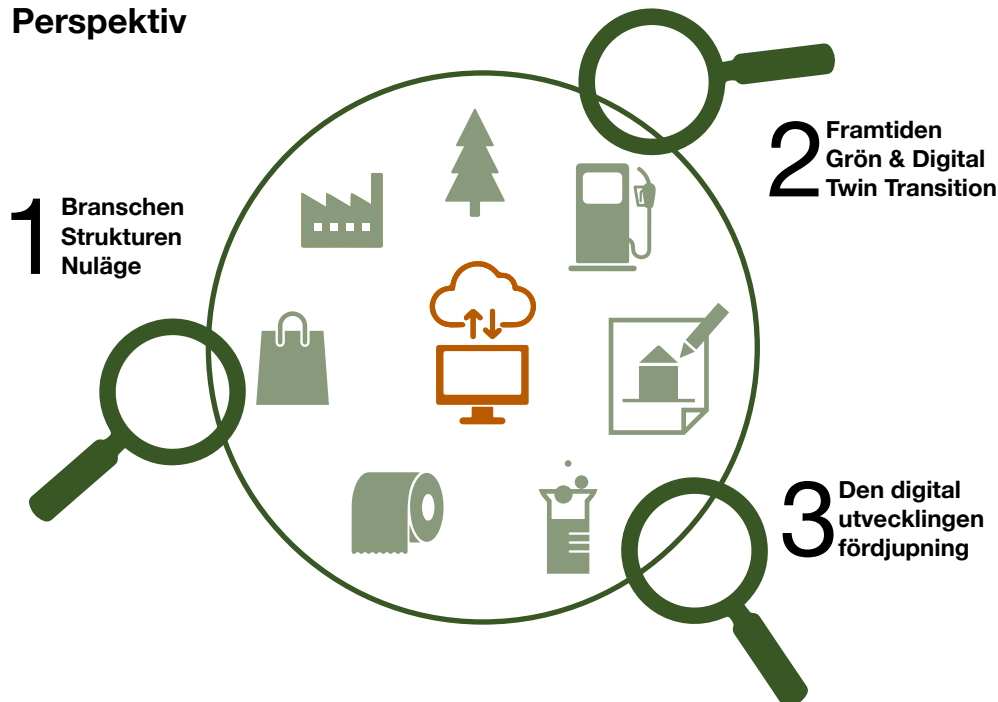
Den här rapporten sätter skogsindustrins digitala utveckling och gröna omställning i ett gemensamt sammanhang som kallas Twin Transition eller dubbel samtidig omställning. Skriftens målgrupp är PiiAs nätverk inom skogsindustrin men även alla som har anknytning till branschen utan att vara fackspecialister. Dit hör akademien – exempelvis data-, systemvetare, innovationsforskare och ekonomer – teknikleverantörer, företagsledare, konsulter och beslutsfattare inom politik och samhälle.

Analysen har tre perspektiv. Det första belyser branschens struktur, utveckling och hur den nu påverkas av makrotrender, grön omställning och marknadernas förutsättningar. Det andra perspektivet handlar om framtiden. Om hur den gröna och digitala omställningen behöver gå hand i hand, och där Twin Transition är ett nytt begrepp för att beskriva utvecklingen. Det tredje

perspektivet ger en fördjupning om industrins digitalisering.

Det är också med ovanstående utgångspunkter som PiiA har ett uppdrag att verka för svensk råvaru- och processindustris konkurrenskraft genom framsynt digitalisering. PiiA gör det genom att finansiera utveckling och öka kunskapen om IT, automation och digitalisering. Genom att vara specialiserade på processindustrins tillämpningar och kommersiellt obundna, och dessutom verkar inom flera branscher kan vi bidra till att sprida bästa praxis också över industrigränserna. Inte minst mellan svensk skogsindustri och andra basnäringar som kemi, livsmedel, läkemedel, gruv- och stålindustrin finns möjligheter till inspiration och lärande. *Det som är vision inom en bransch kan vara vardag i en annan.* Mer information om PiiA finns att finna på webbplatsen [sip-piia.se](http://sip-piia.se).

## Perspektiv



## DISPOSITION

*Rapportens första del [Skogsindustrin]* ger en översikt av det skogliga värdesystemet, dess möjligheter och utmaningar. Hela trädet ska effektivt tas tillvara och förädlas så att produktbudgeten utvecklas och matchar när nya marknadsfönster öppnar och det fossila måste fasas ut.

*I den andra delen [Grönt Guld med Digitala Värden]* tittar vi närmare på förutsättningarna för skogsindustrin när industriutvecklingen behöver ske genom dubbel omställning där utvecklingen av nya produkter och produktionsprocesser går hand i hand i systemförändrande grön och digital "twin transition". Vilka förmågor blir då viktiga för den digitala omställningen, det egna hållbarhetsarbetet och för produktförnyelse när det fossilbaserade skall substitueras. Nyckelord som värdesystem, effektivitet tillsammans

med cirkularitet, kaskadanvändning, industriell synergi genom kluster, kombinat och ekosystem, anger riktningen. Begreppet bästa praxis har central betydelse för både vardaglig verksamhetsutveckling och för omställning av hela värdesystemet.

*Den tredje delen ger en fördjupning om digital omställning.* Digitaliseringen innebär att industrins operationella teknik, det administrativa IT-området och nya fenomen som sakernas internet och AI möts och flyttar gränserna för hur verksamhet kan bedrivas. Svensk industri har ett världsledande kunskapskapital att utgå ifrån. Kombinerat det kapitalet effektivt med ny teknik uppstår hävstångseffekter. På kort sikt ger det effektivitetsökning och konkurrenskraft, på längre sikt hållbar omställning av industrin.

DEL

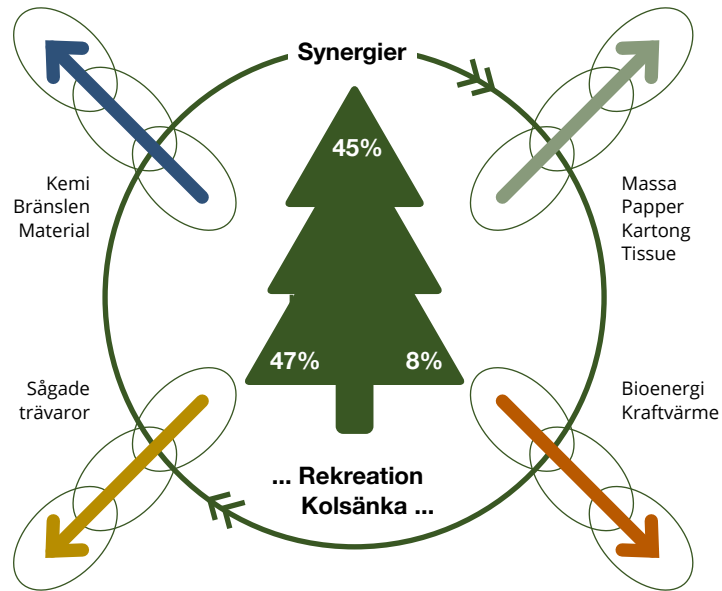


Vi ger en översikt av det skogliga värdesystemet, dess möjligheter och utmaningar. Hela trädet ska effektivt tas tillvara och förädlas så att produktutbudet utvecklas.

# SKOGSINDUSTRIN

---

Struktur och trender



## BRANSCHEN

Skogsindustrin förädlar skogsbrukets råvaror till biobaserade produkter. Branschen har gjort Sverige till världens tredje största exportör, där den svenska skogen och begränsad råvaruimport ger avsevärda bidrag till Sveriges handelsbalans. Förädlingssystemen utvecklas ständigt för att öka råvarans värde ytterligare. Den utveckling som nu pågår kan ge oss biobaserade bränslen, kemikalier, material och förpackningar med avancerade egenskaper som kan ersätta de fossilbaserade alternativen.

Som näringsgren tillhör skogsindustrin Sveriges viktigaste. Av svensk industris sysselsättning, export, omsättning och förädlingsvärde svarar skogsindustrin för mellan nio och tolv procent. Regionalt kan branschen bidra med så mycket som tjugo procent av industrisysselsättningen och totalt skapas 120 000 arbetstillfällen. Varje år vidareförädlas cirka sjuttiofem miljoner kubikmeter ved där råvaran till nittio procent kommer från svenska skogar. Lika stora delar går till sågade trävaror som till massa och papper.

Men sågverken levererar även flis och spån till massatillverkning och träförädling.

### HÖG SJÄLVFÖRSÖRJNINGSGRAD

Den inhemska produktionen gör att vi i stort sett kan försörja den svenska bygg- och konstruktionsbranschens behov av trävaror. Drygt hälften av det papper vi använder kommer dessutom från svenska skogar där andelen förpackningsmaterial utgör en allt större del. Exportandelen för papper är cirka nittio procent för allt utom mjukpapper där en större del går till den svenska marknaden. Sedan sjuttioalet har pappersproduktionen konstant ökat i världen medan massaproduktionen håller sig relativt stabilt. Det beror på den ökande användningen av returpapper där fibern kan återanvändas sju till åtta gånger. Det finns även forskning<sup>1</sup> som pekar mot ännu högre cirkulationsmöjligheter; uppåt tjugofem gånger innan den mister sina egenskaper. Sverige tillgång på skog gör att vi exporterar färsk fiber till Europa som sedan återanvänds som returfiber i nytillverkningen av papper.

<sup>1</sup> R.Eckhart, Recyclability of carton board and carton, 2021



**Figur 1:** Skogen utgör källan till ett antal industriella värdekedjor där råvaran fördelar sig enligt figuren, förutom att skogen även fyller en viktig roll som koldioxidsänka och för rekreation.

### SKOGEN EN FUNDAMENTAL NATURRESURS

Den svenska skogen växer med 120 miljoner kubikmeter varje år och förutom potential att ersätta fossilbaserade råvaror, binder 165 miljoner ton av koldioxid. Det motsvarar nästan hela Sveriges utsläpp från förbränning av fossila energikällor. Dessutom fortsätter träbaserade produkter att under livslängden lagra koldioxid. Skogen har också direkt betydelse som rekreativ miljö och i förlängningen betydelse för turismen i Sverige. Med andra ord är skogen en naturresurs av fundamental betydelse för vår miljö, som också skapar sysselsättning och bidrar till våra exportinkomster. Men träråvara är också ett framtidskapital om förädlingsvärdet kan öka och användas i utvecklingen mot ett hållbart, biobaserat samhälle. I det följande ska vi titta närmare på de industriella värdekedjor som utgår från trädråvaran och hur de kan förväntas att utvecklas på kort och längre sikt. Påverkade av globala makrotrender och förändringar i marknaderna krävs både anpassning av produkter, produktion och affärsmodeller.



---

## STORA TRENDER

---

De stora trenderna i världen är väl synliga. En allt större världsbefolkning med bättre levnadsstandard ökar efterfrågan på jordens resurser. Man brukar säga att tre miljarder människor inom tjugo år blir medelklass. Samtidigt sätter klimatsituationen förändringstryck bort från fossilbaserade produkter. Konsekvensen är en påbörjad övergång från linjär konsumtion av ändliga resurser till förnybara alternativ i cirkulära värdesystem. Det är en utveckling som stärker skogsindustrin, där den svenska industrin är positionerad för växande marknader. Utmaningen består i att ta vara på de möjligheter som den biobaserade råvaran ger. Att innovativt ta sig an nya produktbehov och marknader, effektivt utveckla produktionskapaciteten och samtidigt klara av strukturella grepp inom befintliga områden. I många fall är det förutsedda förändringar, men klimatet och nya geopolitiska förutsättningar gör att de helst bör sättas på dubbla snabbspår.

### NETTO-NOLL

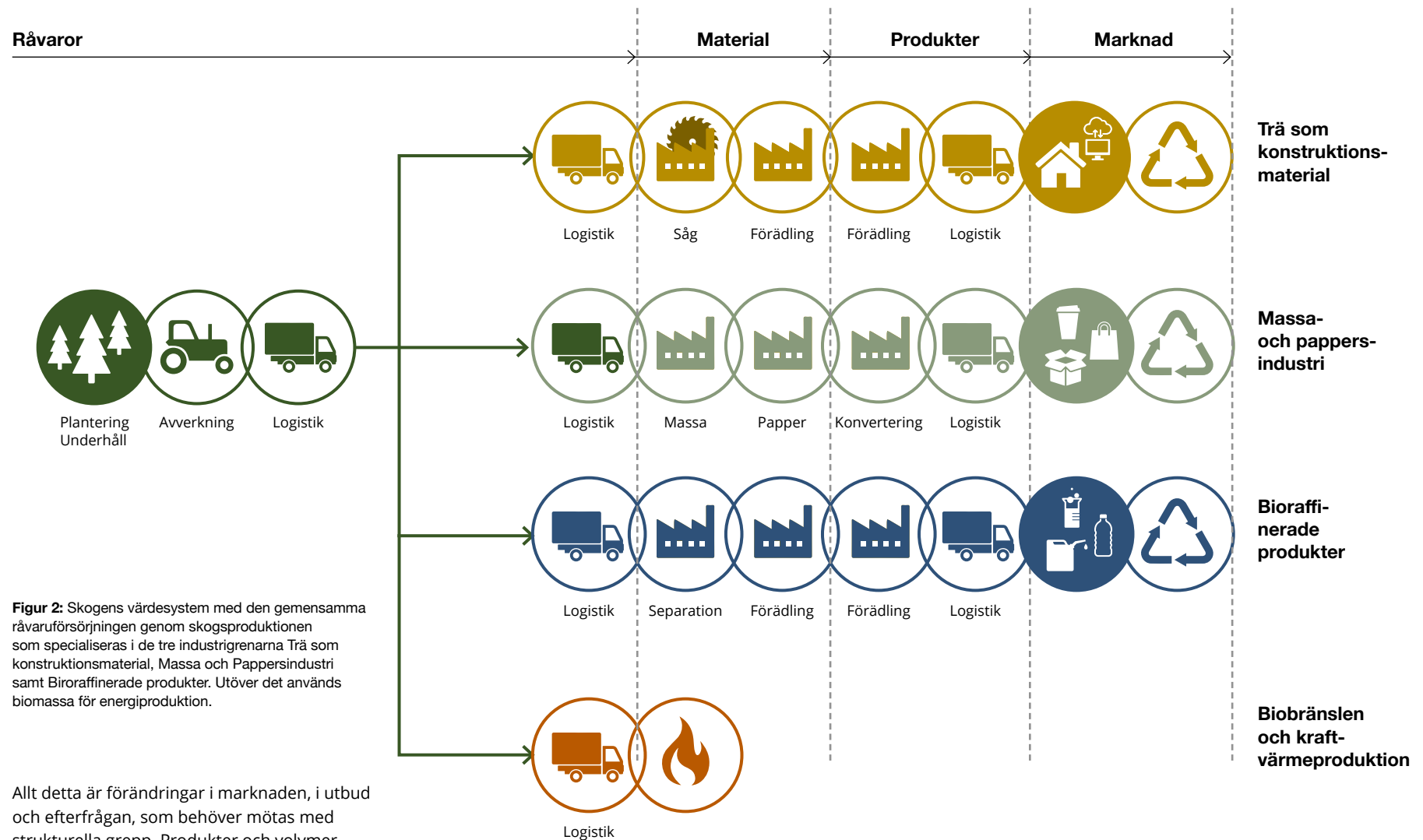
I Sverige är Net Zero – netto-noll klimatpåverkande utsläpp – en redan pågående industriell omvandling som alltmer betonas av olika EU-initiativ. Järn- och stålindustrin, mineralindustrin och raffinaderierna dominerar utsläppen från Sveriges industri, där den största delen kommer från bränsleanvändning och övriga utsläpp kommer från tillverkningsprocesserna. Sedan 2006 har en tydlig nedåtgående trend noterats, främst beroende på förändrad bränsleanvändning och pågående energieffektiviseringsåtgärder. Framför allt bidrar massa- och pappersindustrin till utsläppsminskningar genom att till 70 procent försörjas av biobränslen. Men även i andra branscher har oljeanvändningen minskat. Ändå måste omvandlingen fortskrida med högre hastighet och bredare räckvidd för att nå netto-nollmålen för 2045. Fördelar kan då skapas för Sverige genom en konkurrenskraftig processindustri och samtidigt kan svenskt utvecklade tekniska spin-offs sättas på export för mer omfattande och globala effekter.

## MEN OCKSÅ MARKNADER I FÖRÄNDRING

Skogsindustrins värdesystem utgår från *skogsbruket* och dess logistik. Delar sedan upp sig i riktning mot *träförädling* som konstruktionsmaterial, mot *massa-, papper- och kartongtillverkning* och mot produktion av kemikalier och bränslen i *bi Raffinaderier*. En viss del av veden går utöver det till fasta bränslen och kraftvärmeproduktion.

I nära tidsperspektiv påverkas värdesystemet av förändringar i befintliga marknader. En signifikant tendens är pressen på tryckpappers-tillverkarna när digitalisering minskar behovet. Samtidigt ökar efterfrågan på förpackningar när e-handeln växer och plastförpackningar fortfarande har den högsta tillväxten – vilket för pappersindustrin innebär en enorm potentiell marknad. Globalt ökar även efterfrågan på mjukpappersprodukter. Till de mer spel-förändrande marknadsfaktorerna hör fossilfria bränslen och kemikalieprodukter och inte minst textilmassa där industrin nu står inför kommersiell uppskalning. Det ökade intresset för trä som konstruktionsmaterial påverkar samtidigt sågverk och träförädling. Trä ger dubbel klimatnytta då det inte bara ersätter betong och stål med hög klimatpåverkan, utan även binder det biobaserade kolet under byggnadernas livslängd och ofta längre än så.

Samtidigt har nordisk skogsindustri att förhålla sig till utvecklingen på det södra halvklotet. De senaste decennierna har ett högeffektivt eukalyptusbaserat industrisystem byggts upp. Råvaran är avverkningsmogen efter mindre än tio år (i vårt klimat tar det sjuttio och mer) och processas vidare i toppmoderna jättefabriker med kapaciteter betydligt större än normalstora svenska bruk. Utvecklingen av den nya produkten *Eukaliner* för wellpapps-komponenten kraftliner riktar sig också mot marknadssegment traditionella reserverade för nordiska affärsmodeller baserade på långfibriga ved.



**Figur 2:** Skogens värdesystem med den gemensamma råvaruförsörjningen genom skogsproduktionen som specialiserar sig i de tre industrigrenarna Trä som konstruktionsmaterial, Massa och Pappersindustri samt Bi Raffinaderade produkter. Utöver det används biomassa för energiproduktion.

Allt detta är förändringar i marknaden, i utbud och efterfrågan, som behöver mötas med strukturella grepp. Produkter och volymer behöver adderas eller tas bort. Ett skarpt exempel är produktionen av tryckpapper där utbudet nu minskas genom stängning av maskiner eller ombyggnad till mer efterfrågade produkter. Nedan följer för den som är intresserad en fördjupad beskrivning och fler exempel på förutsättningar och förändringstryck i branschen. Vi börjar med produktionen av råvaran, veden.



Ur tekniska perspektiv är skogsbruk och avverkning på väg att utvecklas till mobila produktions-system integrerade med förädlingsprocesserna längre fram så att destinerade produktionsval blir effektiva och kvalitet och värde i slutprodukterna ökar. Sådana lösningar kan i stora delar utgå från integration av befintliga skogliga system som kopplas samman med de vertikalt integrerade industrisystemen. Tillsammans öppnar det möjligheter till analys och produktionsstyrning från skog till konsument. Därmed kan produktionen förbättras sett både ur effektivitets- och kvalitetsperspektiv.

## SKOGEN RÄCKER INTE TILL ALLT

Skogen som råvaruresurs har i alla tider varit föremål för prövning och anpassning. Så även nu när industrin ställs om och de geopolitiska förutsättningarna ändras samtidigt som debatten om bevarande av miljöer och biodiversitet accentueras. Efterfrågesidan ser ljus ut för den skogsbaserade industrin, men nya behov på nya marknader behöver besvaras med mer råvara. Om skogen ska användas för att göra Sverige fossilfritt krävs en ökning av skogens tillväxt. Trots det kan skogen inte användas till allt utan måste användas där den ger bäst nytta.

I dagsläget avverkar vi cirka 90 miljoner kubikmeter och till 2050 bedöms den högsta uthålliga avverkningsnivån öka till 102 miljoner kubikmeter enligt rapporten *Skogen räcker inte – hur ska vi prioritera?* från SLU, 2020. Det samlade råvarubehovet från skogen, när hänsyn tas till bioenergi från skogsindustrins processer och till uttag av grot, kommer samtidigt att ha ökat till 126–175 miljoner kubikmeter år 2050. Det kommer alltså

att råda obalans mellan svenskt utbud och efterfrågan. Idag avverkas hela tillväxten i Götaland och nästan hela i Svealand. Det är bara i norra Sverige som det finns möjligheter att öka uttaget på kort sikt. Produktionen av råvara behöver alltså utvecklas samtidigt som klimatet förändras på sätt som kan öka skogsproduktionen och bindningen av kol men samtidigt utgör risker för skador på skogen.

EU-besluten påverkar också det svenska skogsbruket. EU-kommissionen har till exempel föreslagit att Sverige ska ha ett LULUCF1<sup>2</sup>-mål för 2030 på ett nettoupptag av 47,3 miljoner ton koldioxid per år. Under de senaste åren har LULUCF-nettot i Sverige legat kring 37 miljoner ton koldioxid. Det är mål som kommer att påverka uttaget ur skogen för den skogsbaserade industrin negativt. Av Sveriges drygt 28 miljoner hektar skogsmark är också cirka 30 procent redan undantagen från virkesproduktion, improduktiv mark, formellt och frivilligt skydd inräknat.

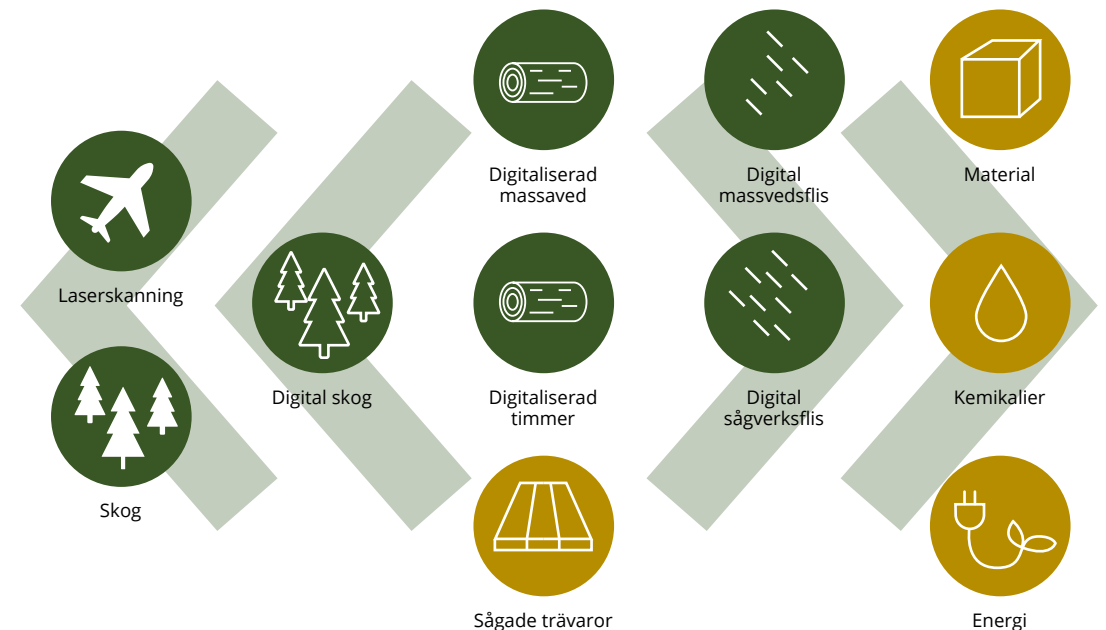
<sup>2</sup> Utsläpp och upptag från Land Use, Land Use Change and Forestry

## ÖKAD PRECISION I SKOGSBRUKET

Samtidigt som ett besvärande underskott av råvara prognostiseras kan teknik och digitalisering öka precisionen i skogsbruket ner till enskilda träds egenskaper. Geodata öppnar möjligheten att följa utvecklingen av varje nyplanterat träd fram till avverkningen. Genom laserskanning analyseras sedan trädhöjd och virkesvolym per hektar. Snabbväxande träd kan sköras tidigare medan långsamt växande individer med betydelse för biologisk mångfald med hög precision kan lämnas kvar.

Arbetsproduktiviteten för skogsmaskinerna kan också öka med automation och självkörande eller semiautonoma maskiner, medan mät-

och beräkningsteknik i skördande maskiner förbättrar produktionsstyrningen. Ett annat viktigt utvecklingsområde handlar om att minska påverkan genom körsador med digitala kartunderlag som visar markfuktighet, terrängform och bärformåga. Vidare gör information om stammarnas storlek och egenskaper det möjligt att beskriva råvaruutbudet och anrika egenskaper så att värdeförädlingen i sågverk, massabruk eller bioraffineri kan fortsätta med en anpassad råvara. Flexibel värdering av råvaran efter önskemål från industrikunderna kan också utvecklas som affärsunderlag liksom för logistik och transportplanering.

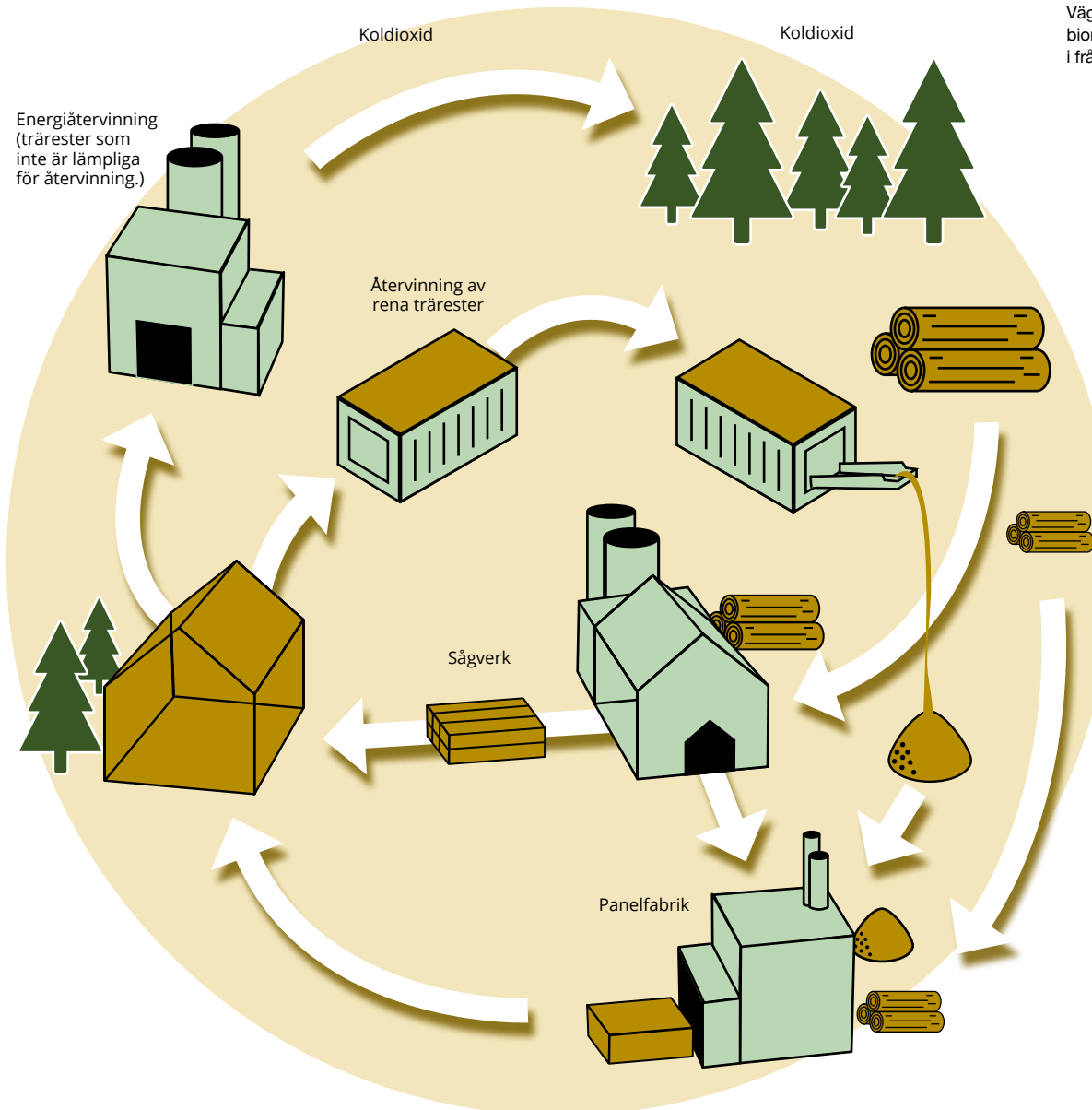


**Figur 3:** Hur kan det digitala flödet komma på plats från skog till längre ner i värdekedjan och hur nyttjas det bäst? Källa: Nyttjande av skogliga data i bioraffineriprocesser, Mistra Digital Forest 2021.

## TRÄ SOM KONSTRUKTIONSMATERIAL

Sågade trävaror och produktiviteten i de svenska sågverken håller världsklass. Men det finns potential för att öka värdet på råvaran ytterligare då två tredjedelar av virkesproduktionen går på export utan vidareförädling. Förutsättningarna för det finns eftersom intresset för trä som byggmaterial ökar. Som substitut för stål och betong ger trä dubbel klimatnytta då det inte bara ersätter konventionella material utan även binder det biobaserade kolet minst under byggnadernas livslängd. Förutsättningarna för att träbyggandet ska öka ytterligare är att sågverken och förädlingsindustrin förmår utveckla komponenter som är lätta att integrera i byggprocesser och byggsystem med hög automationsgrad och industriell förtillverkning.

Modern sågverksindustri innebär avancerad produktion och logistik där virket förädlas med allt lägre energiåtgång samtidigt som sågutbytet utvecklas med tunnare och mer precisa sågsnitt, mätmetoder och röntgenteknik. Virkestorkningen är en central process som avgör kvaliteten på den färdiga produkten. Med ökad kunskap om samspelet mellan process och trämaterial är visionen att utveckla torkningsprocessen så att produktens egenskaper kan skräddarsys samtidigt som torkskadorna minskar.



**Figur 4:** Trä och träbaserade skivprodukter är genom kaskadprincipen hållbara och förnybara. **Källa:** Europeiska Unionen, Vägledning om kaskadanvändning av biomassa med exempel på bästa praxis i fråga om träbiomassa, 2019.

Biprodukter från sågverken är viktiga för massaindustrin. Omkring trettiofem procent av varje stock blir till flis som säljs vidare till cellulosaindustrin, men där materialvärdet mer än halveras då träet omvandlas. Genom vidareförädling till fler och mer avancerade produkter kan värdet och råvaruutnyttjandet öka. Tillverkningen av träbaserade skivor är ett exempel på *kaskadanvändningsprincipen* som vi återkommer till i del tre av rapporten.

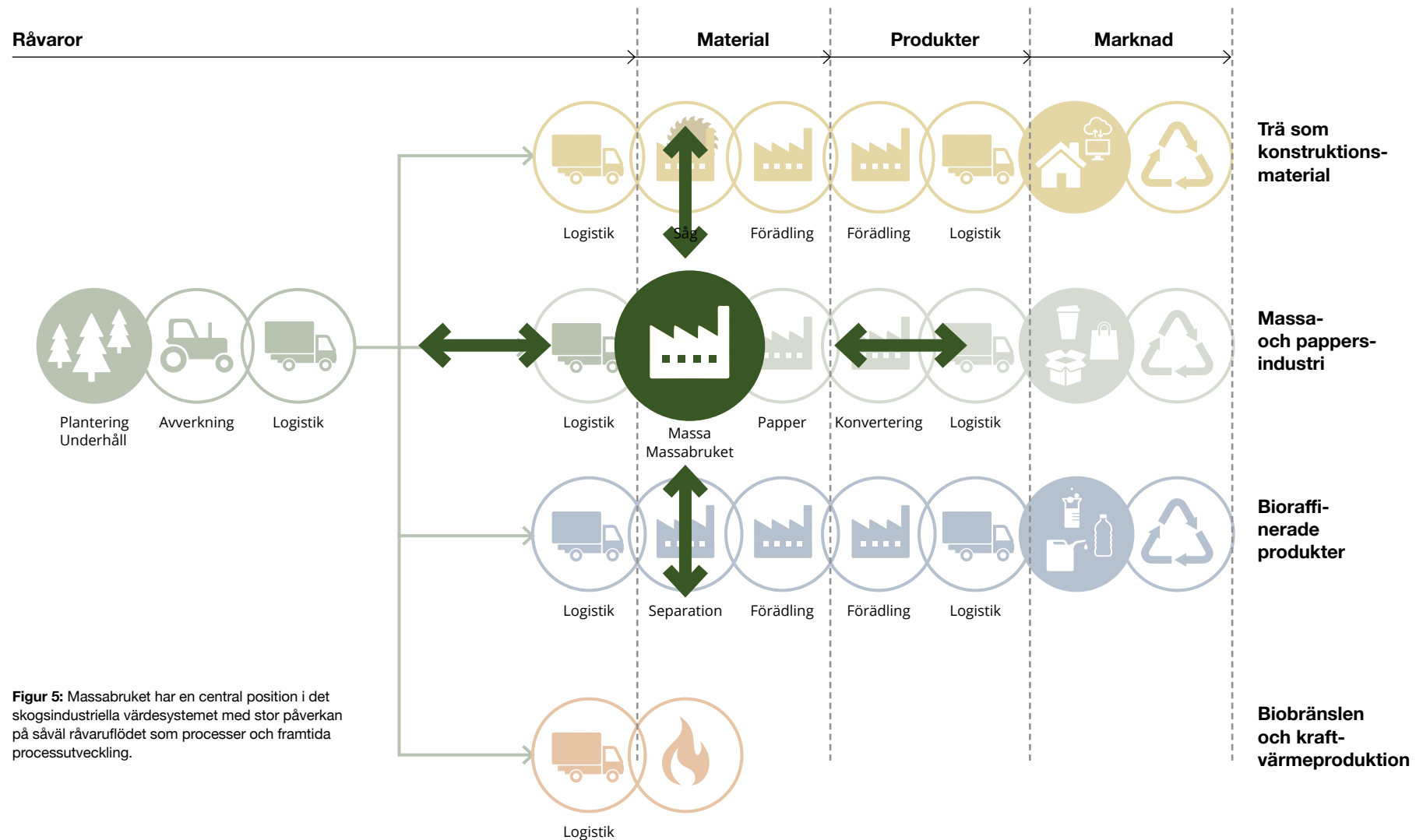
Ur digitaliseringsperspektiv kan effektiviteten i värdekedjan för trävaror förbättras med precisionsmätning av virkesegenskaper och processparametrar, samtidigt som ett förbättrat informationsutbyte leder till välintegrerade transparenta värdekedjor. Utveckling av virkestorkningsprocessen med modellering och avancerad processtyrning har en central position. Bättre kundorderstyrning i produktionen är ett viktigt utvecklingsområde liksom den interna logistiken där autonoma truckar och automatlager kan höja effektiviteten. Informationsflödet både uppströms och nedströms i värdekedjan behöver utvecklas genom gemensamma digitala plattformar där informationen kan delas.

## MASSAPRODUKTION

I det skogsindustriella värdesystemet har massaproduktionen en central roll genom att förse pappers- och kartongproduktionen med cellulosa. I värdeflödet specialiserar produktionen alltmer för att ge pappers och kartongtillverkarnas specifika, kvalitativa, konkurrensfördelar. Av den massa som produceras i Sverige används två tredjedelar i integrerade bruk som direkt pumpar den vidare till egen pappers- och kartongproduktion. Massan tillverkas på kemisk väg, oftast som sulfatmassa, eller som TMP eller CTMP i termomekaniska processer. De senare är energikrävande metoder som bidrar till att massa- och pappersindustrin står för 14 procent av elanvändningen i landet (cirka 18 TWh). Beroende på tillverkningsätt får massan olika fiberegenskaper som används för att bygga upp slutprodukternas egenskaper. Ett exempel på systemsynergier i värdesystemet är som nämnts massbrukets behov av flis från sågverken, men också i allt högre utsträckning tillvaratagandet av processernas sidoströmmar och restenergier.

Sulfatmassabruken är komplicerade processmaskiner som kännetecknas av individuella mass- och energibalanser. Energiöverskott kan användas för att till exempel generera fjärrvärme och el, samtidigt som varje förändring av tillverkningsprocesser och produkter inverkar på brukens balans. Det gäller därför att maximera utnyttjandet av veden och för affärs- och produktutveckling hitta processer som passar väl in på varje anläggnings förutsättningar.

Användningen av bark, flis och sågspån för energiproduktion, utvecklingen av kemiska sidoströmmar i processerna och minskningen av vatten- och energianvändning har signifikant ökat massbrukets resurseffektivitet på senare år. Dagens massaproduktion är också högt automatiserad och datadriven. Därför är den också en avancerad grund att bygga vidare på. Målet med verksamhetsoptimering är alltid att



**Figur 5:** Massabruket har en central position i det skogsindustriella värdesystemet med stor påverkan på såväl råvaruflödet som processer och framtida processutveckling.

öka råvaruutnyttjandet, minska miljöpåverkan, effektivisera produktionen, och minska kemikalie- och energianvändningen. Processerna utvecklas också genom att massa och fiber kan användas inom nya produktsegment. Den biobaserade portföljen växer på det sättet och utbyggnader för cellulosaproduktion av exempelvis textilier pågår runt om i världen.

Det pågår en vidareutveckling av massabruken till att även direkt eller indirekt leverera bränslen, kemikalier och nya material. Massabrukets centrala läge i värdesystemet gör det intressant också ur ett digitalt utvecklingsperspektiv. Som mottagare av råvara från skogen och restmaterial ifrån andra delar av värdesystemet, samtidigt som sidoströmmarna kan vidareförädlas är massabruket också en strategisk växel för information.

## PAPPERSPRODUKTION

I Sverige tillverkas det i dag mer kartong än papper. Det är en konsekvens av att medias digitaliseringen kraftigt minskar efterfrågan på tryckpapper. Under de senaste fem åren har 2,5 miljoner ton eller tjugo procent av den nordiska produktionen upphört. SCA Ortviken och Stora Enso Kvarnsveden tillhör bruk som inte längre tillverkar tidnings- eller journalpapper och strukturförändringen fortsätter. En del av virkesråvaran som frigörs i omställningen går i stället till kemisk avsalumassa. Kortsiktigt innebär det att industrins förädlingsgrad sjunker, värdet på veden blir hälften i jämförelse med om den vidareförädlas till papper och förpackning. Det skall dock noteras att svensk långfibrig massaproduktion tillhör den mest innovativa och avancerade i världen och kan rättfärdiga visst prispremium.

Viss kapacitet flyttats också till den mer lukrativa kartongtillverkningen, ibland genom konvertering av tryckpappersmaskiner. Tillväxten för wellpapp ligger på runt tre procent per år. Med ökad e-handel och hållbarhetstrenden – i Europa återvinns åttio procent av alla förpackningar – förväntas marknaden fortsätta växa även om förpackningssystemen samtidigt optimeras för lägre volymer och vikt. Två av Europas konverterade maskiner finns hos Stora Enso i Finland. Båda bruken är integrerade med tillverkning av sulfatmassa, vilket är en förutsättning för att få lönsamhet i produktion av kraftliner. SCA Obbolas helt nya kraftlinermaskin är år 2023 världens största av sitt slag i produktion. Även

förpackningsmaterial för vätskor och livsmedel visar god tillväxt där det senaste svenska tillskottet är Kartongmaskin 7 vid Billeruds bruk i Gruvön. Maskinen kallas världens modernaste kartongmaskin som förutom vätskekartong producerar board, fluting och liner.

Utbudet av specialiserade grafiska papperskvaliteter är fortfarande stort. Men även inom detta område stängs kapacitet för att parera minskad efterfrågan. För närvarande är efterfrågan god men kostnadsökningar i massapriser och energi gör att brukens lönsamhet utmanas.

Växande befolkning, högre levnadsstandard och längre livslängd gör mjukpapper till en efterfrågad produkt. Över åren har materialet utvecklats så att den vattenbindande kapaciteten har ökat vilket också öppnar för nya tillämpningsområden.

Ökad specialisering och flexibilitet i marknadsledet för förpackningar och nya pappersbaserade applikationer gör det allt viktigare för pappersbruket att å ena sidan ha god kunskap om produktens egenskaper i marknaden. Samtidigt som information om råvarans och massans egenskaper ökar i betydelse för alltmer specialiserad körbarhet i pappersmaskinerna. Det framtida pappersbruket har ett mer transparent och rikligt informationsutbyte både med processerna före papperstillverkningen och marknaderna längre fram.

## BIORAFFINADERIER

Sidoströmmarna inom den kemiska pappersmassatillverkningen tas alltmer effektivt till vara för vidareförädling i industriell skala. Lignin och hemicellulosa kan genom bioraffinering bredda produktportföljen med kemikalier, textilmassa och biodrivmedel. Även bark innehåller ämnen som är intressanta för läkemedels- och livsmedelsindustrin. Utgångspunkten för bioraffinering kan också vara restprodukter som flis, spån och bark från sågverk och massabruk.

**Grunden för utvecklingen av bioraffinaderiet är separation av cellulosa, hemicellulosa, lignin och andra ämnen som tillsammans med förgasningsteknik kan leda till en rad olika produkter genom att:**

- Skapa sidoströmmar där delar av ligninet tas om hand för förädling till exempelvis pellets, fenoler för plasttillverkning, kolfiber eller livsmedelstillsatser. Lignin har ett högt energivärde och kan bidra till den energi som krävs för till exempel etanolproduktion från cellulosa. Lignin skulle också kunna ersätta kolbaserade material som grafit i batterier för till exempel elbilar.
- Förgasa svartlut (i stället för processen i sodapannan) som kan ge högre elproduktion alternativt produktion av fordonsbränsle, DME, alkohol eller via Fischer-Tropsch process till diesel.
- Förgasa ved, grenar och toppar.
- Primärseparera hemicellulosa/socker från flisråvaran, dvs. innan den kokas, för konvertering till etanol eller kemikalier som ättiksyra, petroleumderivatliknande kemikalier, polymerer, adhesiver (lim), färgämnen etcetera.
- Sekundärt skilja hemicellulosa/socker från svartluten.
- Separera extraktivämnena från ved och bark som kan ha medicinskt värde som kolesterolsänkare eller fungera som antioxidanter.
- Separera tallolja, som är en etablerad teknik. Oljan kommer från trädets kåda och kan förädlas till tallfettsyra, tallharts och beckolja för bindmedel, tvättmedel, fernissa. Talloljan raffinerar även till biodiesel. Stanolestrar som används i margarin för att sänka halten kolesterol kan också utvinnas.
- Effektivisera och vidareutveckla produktionen av pappersmassa och utveckla cellulosa-fibren för nya material med hjälp av till exempel nanoteknologi.
- Bryta ner cellulosa genom hydrolys, sur eller enzymatisk (behandling där en sorts proteiner, bryter ner de långa sockermolekylerna till jäsbara, enkla sockerarter) och mikroorganismer för produktion av alkohol.





Efterfrågan på alternativ till fossilt baserad kemi ökar nu starkt och större bioraffinaderier är på väg att etableras. Utmaningen för branschen består i att hållbart skala upp forsknings- och utvecklingsresultat till effektiva kommersiella produktionsprocesser. Produkterna kan då ta marknadsandelar som fossilfria alternativ samtidigt som förädlingsvärdet på skogen ökar. I Sverige sker satsningarna just nu främst med tallojebaserade fabriker medan Finland i högre utsträckning baserar sina processer på spån och avverkningsrester.

För att effektivt nå fram på nya marknader samverkar skogsindustrin med etablerade aktörer i värdekedjorna för bränslen, kemikalier

och material. Ett exempel är SunPines samarbeten med både massaindustrin och Preem. Ett annat är SCA och det finländska drivmedelsföretaget St1 med den planerade produktionsenheterna Östrands Bioraffinaderi och Gothenburg Biorefinery under uppstart våren 2024. Underlaget för samarbetet är dels kunskap men handlar också om att integration i redan etablerade infrastrukturer håller produktionskostnaderna nere och ger åtkomst till marknaderna. Möjligheterna att ta marknadsandelar från fossilbaserade alternativ kan då öka.

En annan möjlighet på marknaden är att ersätta konventionella textilmaterial med cellulosa-baserade alternativ. Det vanligaste sättet att

tillverka textilfibrer från trä är via viskos-processen och dissolvingmassa. I Sverige tillverkar Domsjö Fabriker massa för textil användning i en sulfitprocess. Returtextilfibrer är en annan växande bas för nya textilier. OnceMore® från Södra är världens första storskaliga process för återvinning av textilavfall av blandmaterial. Processen kombinerar vedcellulosa med textilavfall och ger dissolvingmassa som kan användas för att tillverka nya kläder och andra textilprodukter. Även delar av SCA:s tidigare pappersbruk i Ortviken har av företaget Renewcell byggts om till en process för dissolvingcellulosa som baseras på textilavfall.

I en rapport från projektet Mistra Digital Forest (Danielsson, S. 2020, Sammanställning av nuvarande och planerad kapacitet för bioraffinaderier i Norden), konstateras att utvecklingen av skogsbaserade bioraffinaderier som producerar något utöver de traditionella produkterna fortfarande är i sin linda och endast ett fåtal exempel kan hittas i de nordiska länderna. Trenden är däremot stark, med ett stort antal anläggningar i planeringsfasen i Sverige och Finland. Det konstateras också att ett starkt fokus på energirelaterade produkter är naturligt i tidigt skede av utvecklingen för att över tiden diversifieras mot andra områden inom exempelvis specialkemi. Samtidigt efterfrågar branschen stabila och långsiktiga politiska spelregler om satsningarna ska kunna fortsätta.

## SAMMANFATTNING

**Den svenska skogen** är en nationell resurs av vikt. Den bidrar till både industriell utveckling, klimatmål och inkomster. För att i framtiden utnyttja skogens potential krävs balans mellan olika intressen och behov; från biologisk mångfald, rekreation, kolsänka och som råvara för en allt bredare portfölj av produkter och energi som behövs för att ersätta fossilbaserade alternativ. Men skogen kommer inte att räcka till allt. Hur den skall användas kräver systemperspektiv, mer forskning och politiska liksom kommersiella beslut.

**Den svenska skogsindustrin** kännetecknas av avancerad sågverks-, massa- och pappersindustri där ständigt pågående processutveckling och strukturanpassning placerat Sverige i en världsledande position. Utvecklingen fortsätter nu med nya produktkoncept och tillverkningsmetoder. Övergången till en biobaserad ekonomi kräver alternativ till fossilbaserade produkter där uppbyggnaden av konkurrenskraftiga värdekedjor för energi, bränslen, kemikalier och material blir viktiga. Teknik- och processutveckling tätt sammanflätad med digitalisering är en förutsättning för att de biobaserade alternativen ska kunna ta marknadsandelar. I nästa avsnitt fördjupar vi oss i begreppet *Twin Transition* och hur skogsindustrin kan förhålla sig till den dubbla gröna och digitala omställningen.



DEL

2

Industriutvecklingen behöver ske genom dubbel omställning där utvecklingen av nya produkter och produktionsprocesser går hand i hand i systemförändrande grön och digital "twin transition".

# GRÖNT GULD MED DIGITALA VÄRDEN

---

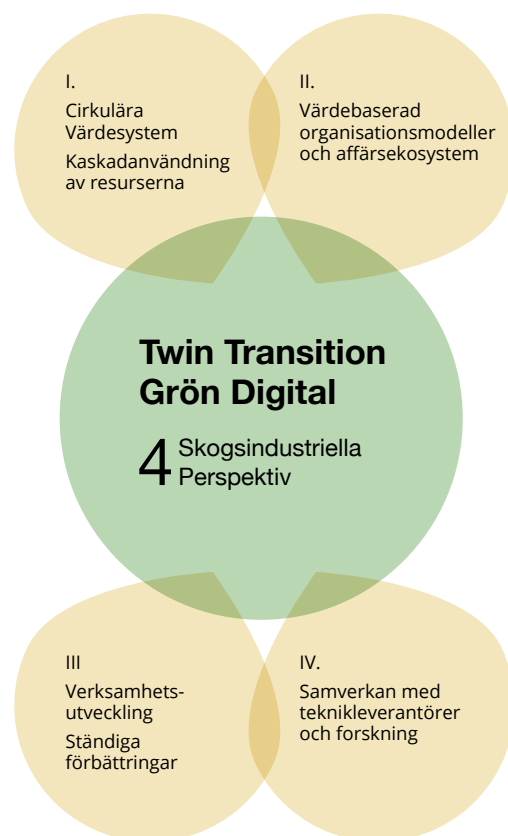
Dubbel industriell omställning



## TWIN TRANSITION

*Dubbel industriell omställning, eller på engelska twin transition, betyder att sig an utmaningarna med klimat, hållbarhet och den digitala omvandlingen i ett enda, sammanflätat, sammanhang. Twin transition innebär investeringar i såväl teknik som samarbeten mellan olika aktörer. Skogsindustrin har en central roll för ersättningen av fossilbaserade material, minskade utsläpp av växthusgaser och en cirkulär ekonomi där digitaliseringens möjligheter behöver etableras fullt ut i värdesystemen. För att lyckas med twin transition krävs ett systemperspektiv med investeringar, kompetensutveckling, forskning och samverkan med teknikleverantörer och många andra aktörer. Men det krävs också en gynnsam politisk och regulatorisk miljö som stödjer industrins omställning och tillväxt.*

Det här avsnittet inleds med en översikt av begreppet *Twin transition*. Vi diskuterar sedan vilka gröna värden som kan skapas tillsammans med den digitala utvecklingen. På **systemnivå** exemplifieras det med cirkularitet i affärsmodellerna och kaskadanvändning av resurserna. På **organisationsnivå** prövas tankar om värdebaserade organisationssätt och perspektiv på ekosystemen som kan förändra arbetssätt och relationer. För **effektivitetsutveckling** i produktion och administration ges exempel på verksamhetsutveckling som leder till ökat resurseffektivitet. Och till sist går vi in på hur den gröna/digitala omställningen behöver **ny teknik och nya processer** där samverkan med leverantörssystemet och forskningen är avgörande och även en möjlighet för svensk teknikexport att ta andelar på världsmarknaden.



II Vi står inför en ny industriell revolution. Den utspelar sig på en scen där energiomställning och information åter spelar huvudroller och är ömsesidigt beroende av varandra ...

## DUBBEL OMSTÄLLNING – OM TWIN TRANSITION SOM EUROPEISK TILLVÄXTSTRATEGI

Twin transition är ett begrepp som hänger tätt samman med EU:s mål att med planen *The Green Deal* göra Europa till världens första klimatneutrala kontinent år 2050. Twin transition bygger ytterst på tanken om att samtidig informations- och energiomställning leder till bred omställning av industrin och samhället. Det är tankar som lutar sig mot den första industriella revolutionens samband mellan kol/ånga och tryckeritekniken, och den andra stora industriomställningen där el/olja tillsammans med radiotekniken var möjliggörare. Vi står nu inför den tredje omställningen där energi (nu den hållbara, gröna) och information (nu genom digitalisering) åter spelar huvudroller och är interdependenta – det vill säga ömsesidigt beroende av varandra. Planerna *The Green Deal* och *Europe's Digital Compass*, betraktas samtidigt som hörnstenar för Europas framtida tillväxt och en unik möjlighet att utveckla EU:s ekonomi. Till det kommer *Net-Zero*

*Industry Act* som syftar till att öka europeisk teknikproduktion avgörande för klimatomställningen. Det senare är en motsvarighet till USA:s *Inflation Reduction Act*.

Som en kapp till *The Green Deal*, *Europe's Digital Compass* och *Net Zero Industry Act* har EU-kommissionen lanserat *Twin transition*. Ett politiskt tungt och samlande begrepp för Europas samtidigt gröna och digitala omställning. Satsningarna stöds genom ett system av incitament, regleringar och investeringar som förutspås motsvara 1 biljon euro.

Twin transition innebär att om de gröna och digitala omställningarna länkas samman på olika nivåer så går det att skapa synergier, hantera risker och göra anpassningar till lokala förutsättningar. Det politiska initiativet har tagits av EU-kommissionen och följs nu av ökande kunskapsbildning inom området. Nästa steg, vilket denna skrift är ett exempel på, är ett konceptuellt mottagande på nationell nivå för anpassning av policy och operativa planer. systemet och forskningen är avgörande och även en möjlighet för svensk teknikexport att ta andelar på världsmarknaden.

### TWIN TRANSITION FRÅN SAMHÄLLSSYSTEM TILL TEKNIK

Twin transition kräver ett helhetsperspektiv och samarbeten mellan olika aktörer, såsom företag, myndigheter, forskare och civilsamhället. Det handlar om att omvandla linjära industriella värdekedjor till cirkulära modeller, där avfall och föroreningar minimeras, resurser återanvänds och miljöstandarder upprätthålls. Det handlar också om att utveckla nya produkter och tjänster som ger lägre koldioxidavtryck under livscykeln, samt inte minst att skapa värde för **alla** intressenter i värdekedjan. För att lyckas med

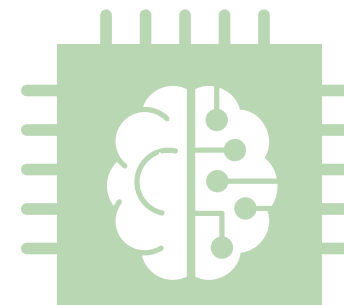
Twin transition behöver industrin och industrins ekosystem investera i innovation, kompetensutveckling, digital infrastruktur och medel för att styra utvecklingen. Som förklaringsmodell fungerar Twin transition på flera analysnivåer enligt **figur 6**:

Vi tror att det finns många potentiella "Twinning firms" inom svensk skogs-/bioindustri som tillsammans med processleverantörer, utvecklare av teknik, forskning och finansiering kan förnya den svenska skogsindustrin för framtida konkurrenskraft.

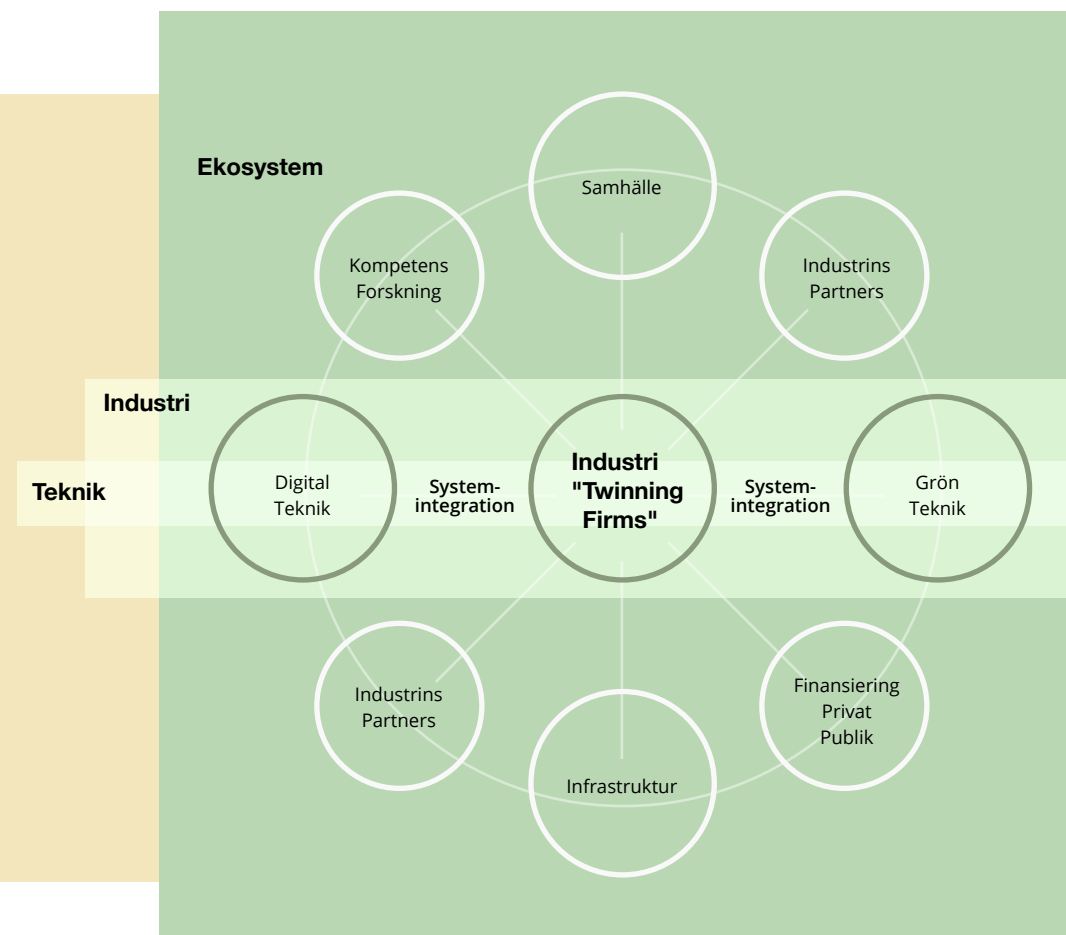
- **På samhälls- och ekosystemnivå** handlar det om klimatet men också om att skapa ekonomiska fördelar för Europa och Sverige med det samspel som krävs med de omgivande miljöerna.
- **På nästa nivå uppträder själva industriomställningen.** I en artikel från 2023 (R. Veugelers et.al. The Green and Digital Twin transition: EU vs US Firms, 2023) introduceras begreppet Twinning firms i meningen företag som är skickliga på att integrerat hantera den gröna och digitala omvandlingen. I artikeln konstaterar man att Twinning firms oftast är större tillverkande företag under framsynt ledning. De är angelägna om

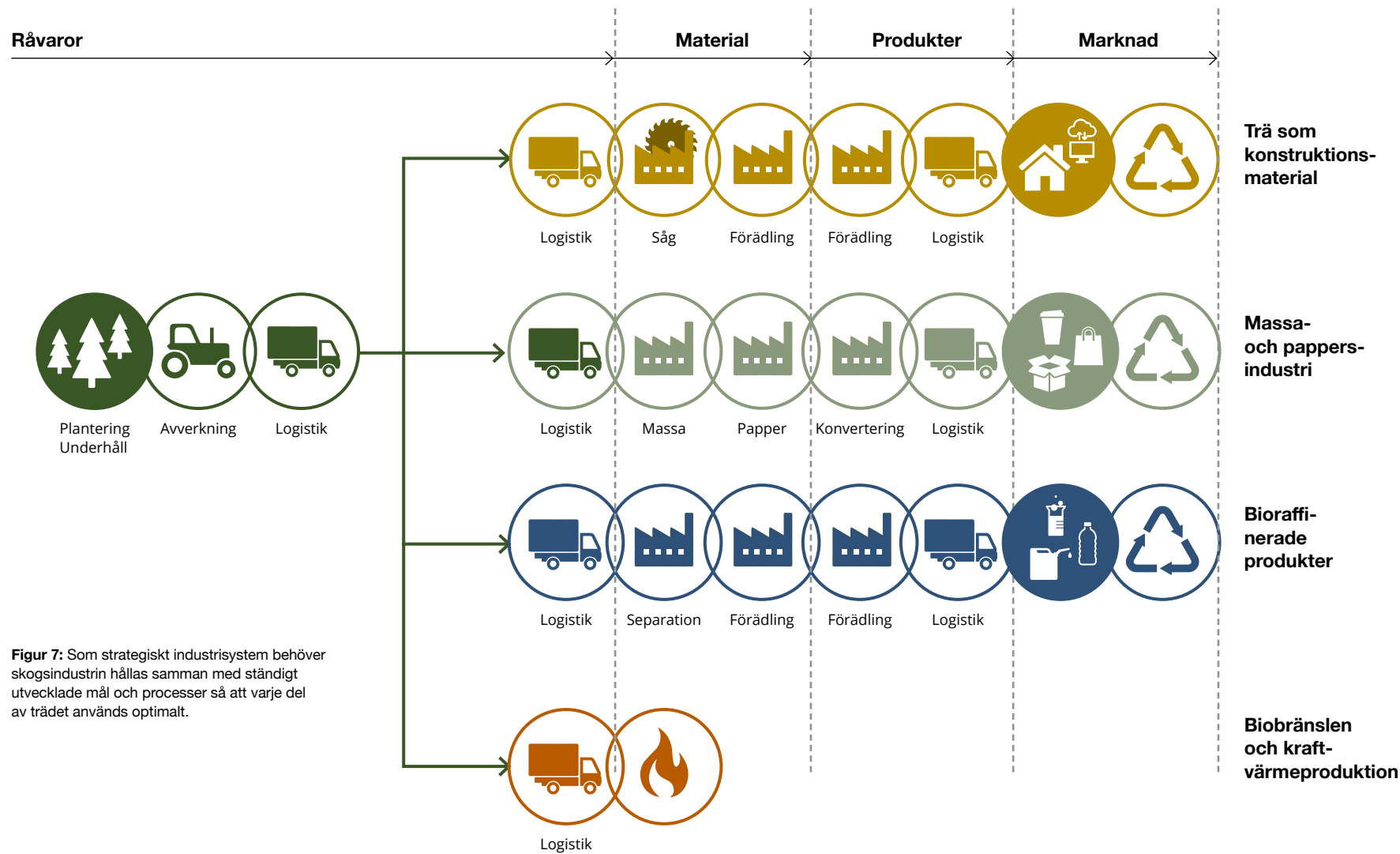
att vara innovationsledare, investerar i sin personal och drivs av att skapa grön tillväxt. Det här är själva kärnan i omställningen – där det i verkligheten sker.

- **På ytterligare ett plan förklaras också tekniken** som gör omställningen möjlig. Processtekniken, oavsett om det handlar om råvaror, processindustri, tillverkning eller logistik, behöver utvecklas i symbios med de digitala förmågorna. Likt ett JAS-plan som saknar flygförmåga utan datorer kommer framtidens industriprocesser inte heller att bära utan djupt integrerad digital teknik.



**Figur 6:** Twin transition sker på flera nivåer. Ecosystemet och makronivån för klimatet och fördelar för Europa, Sverige. Den industriella som ställer om industrin för hållbar konkurrensförmåga, och teknikinivån som är nödvändig för omställningen. På industriell nivå kretsar systemförändringen runt så kallade Twinning Firms – föregångare i omställningen som samverkar med teknikleverantörer, forskningen och finansierare.





**Figur 7:** Som strategiskt industrisystem behöver skogsindustrin hållas samman med ständigt utvecklade mål och processer så att varje del av trädet används optimalt.

## SKOGEN ETT I GRUNDEN GRÖNT INDUSTRISYSTEM

Skogsråvara som resurs i ett dedicerat industrisystem är en hörnsten i svensk ekonomi. Råvaran är utgångspunkten för processer och incitament som gör att varje del i varje helt träd kan användas på mest värdeskapande sätt. Effektivitetsutveck-

lingen driver därför samtidigt branschen mot allt högre grad av specialisering. Sågverk och träförädling utvecklas till en avancerad tillverkningsindustri betjänade en alltmer uppkopplad anläggnings- och byggindustri. Högteknologisk

cellulosaframställning möjliggör i sin tur långt utvecklade pappersprodukter, material och förpackningar. Sidoströmmarna blir till bränslen och värdefulla kemikalier. Alla delar kräver specialisering i värdekedjorna och specifika sätt att möta de olika marknaderna.

|| För omställningen till en grön bioekonomi är systemperspektivet grundläggande ...

Samtidigt delar skogsnäringen sedan länge visionen om ett bioekonomiskt samhälle där förnybara råvaror från skogen, jorden och havet ersätter fossila bränslen och material. Av den svenska industrins förädlingsvärde utgör bioekonomin idag cirka tio procent och av varuexporten sexton procent. Med en ökad produktion av biomassa har bioekonomin potential att kunna tredubblas till år 2050 enligt en rapport från *Stockholm Environment Institute* (Den svenska bioekonomin: definitioner, nulägesanalys och möjliga framtider, 2016).

För omställningen till en grön bioekonomi som tar marknadsandelar från fossila råvaror och oljebaserade produkter är systemperspektivet grundläggande. Det skogliga systemet har inbördes beroenden och systemsynergier som få andra branscher. Men man behöver också samverka med andra aktörer längre fram i värdekedjorna för att nå fram till nya marknader med nya produkter. Allt detta implicerar även behovet av informationsdelning och att information representerar mycket stora, bara ännu inte alltid uttryckta, värden för branschen.

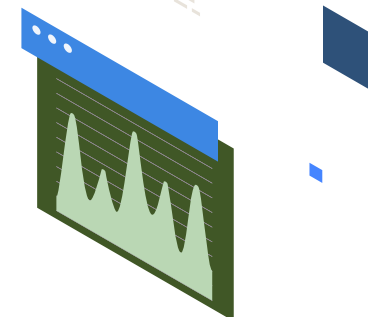


#### DUBBEL VIDAREUTVECKLING MED GRÖNA OCH DIGITALA VÄRDEN ÄR EN KUNSKAPSFRÅGA

Utan tvekan behärskar svensk skogsindustri sina innovationer, sin produktionsteknik och sin logistik på världsledande nivå. Massa och pappersindustrins automationsgrad är sedan 1980-talet hög. Kontinuerliga processer, tillgänglighetskraven och de centrala kontrollrummens potential gjorde tidigt tillverkningen lämplig för datorisering. Branschens försörjningskedjor anses också effektiva med funktionellt IT-stöd. Utgångsläget är med andra ord gott. Men nya produktportföljer och affärsmodeller och strategier förändrar nu skogsindustrin. Det

kräver i sin tur framsynta investeringar i teknik men också kunskap inom nya områden, inte minst digitalisering.

Kunskapsmobilisering vid stora investeringar och däremellan många år av underhåll av både utrustning och kompetens är typisk för den tunga industrin. Men ett systemiskt perspektivskifte ställer också andra krav, kompetensfrågan begränsar sig inte till traditionell IT- och automation när utveckling, produktion, marknad och logistik tar del av samma, gemensamma, digitala affärsekosystem. Många av de kritiska kompetenser och resurser som krävs för denna omställning kommer inte omedelbart vara tillgängliga internt.



I studien *Digital Transformation of the Swedish Forestry Value chain: Key* som tagits fram inom projektet *Mistra Digital Forest*, konstateras att nivån av digital mognad tydligt varierar inom svensk skogsindustri. När det kommer till verklig digital transformation krävs förändringar av en omfattning som utmanar nuvarande strukturer och verksamheter. Eftersom den digitala mognaden varierar över värdekedjans utsträckning riskerar brister att skapa flaskhalsar i den övergripande systemiska utvecklingen. Att det finns ett engagemang för digital transformation märks i studiens intervjuer, men många respondenter antyder att resan är osäker just beroende på variationerna i mognadsnivån. Den observeras inte bara mellan företag utan även inom enskilda företags organisationer.

Forskningsprojekt och utbildningsprogram ses som viktiga lösningar på utmaningen. Många respondenter beskriver även hur företag inom skogsindustrin i Sverige är öppna för samarbete och att de litar på varandra så länge forskningsprojekt och data hanteras med respekt. Denna vilja uppfattas som en styrka i jämförelse med hur det ser ut på andra ställen i världen. En unik svensk tradition och erfarenhet av samverkan har det lett fram till den starka position vår skogsindustri har på världsmarknaden.

## GRÖN-DIGITAL SYSTEMOMSTÄLLNING I SKOGSINDUSTRIN

Effektivitet definieras inom ekonomi och organisationsteori som nivån av måluppfyllelse i förhållande till resursanvändning. Det vill säga hur väl en organisation kan omvandla resurser till produkter och tjänster. Om stegen i värdeförädlingskedjorna kan dela tillräcklig information kan även hela systemet effektivitetsoptimeras. Men ökad informations- och transparens kan samtidigt visa att dagens organisationsmodeller, som arv från 1920-talets scientific management, underoptimerar systemen. Av den anledningen föreslås i litteraturen nätverk och ekosystem som förebilder för värdebaserade organisationer och affärsmodeller som bättre tar vara på de datadrivna systemens möjligheter.

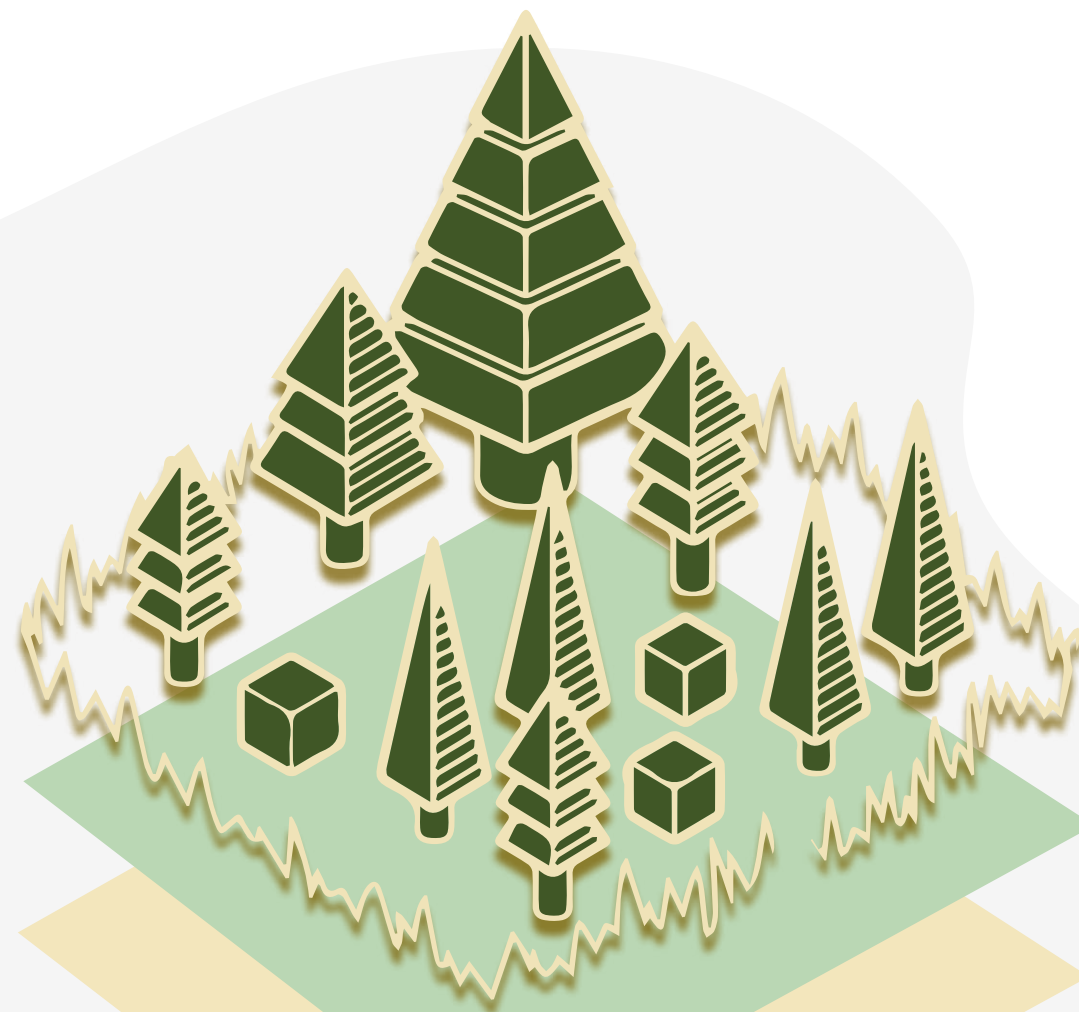
Resurseffektivitet inom skogsindustrin betyder traditionellt att förädla råvaran till höga värden i så resurs- och energisnåla och hållbara processer som möjligt. Det är också positioner nödvändiga för att behålla konkurrenskraften. I skriften Skogsnäringens Forskningsagenda 4.0 framhålls

särskilt att effektiviteten i skogsbruket och produktionsanläggningarna med utvecklingen av kunskap och teknik, är grundrekvisiten för att branschen ska fortsätta att vara framgångsrik och lönsam. Men resurseffektivitet inom skogsindustrin innebär inte bara effektiva processer utan också att använda skogsråvaran till rätt ändamål. Där rätt ändamål blir det som är effektivt för samhället och därför skapar marknader för skogsindustrin; det vill säga att substituera produkter baserade på fossila och CO<sub>2</sub>-intensiva råvaror med biobaserade, och effektivt att ta tillvara sidoströmmar och restresurser.

### FYRA PERSPEKTIV PÅ GRÖN-DIGITAL DUBBEL OMSTÄLLNING

Med ett resonemang som grundar sig i tankarna om ett effektivt skogs- och biobaserat industri-system som resultat av en grön-digital dubbel systemomställning, ska vi titta vidare på hur en sådan utveckling skulle kunna se ut inom skogsindustrin. Vi gör det genom att utgå från fyra möjliga utvecklingsområden:

- 1. Värdeekosystem** som tillåter cirkularitet, kaskadanvändning och tillvaratagandet av sidoströmmar av resurserna
- 2. Organisationsmodeller** som bygger på klustersamverkan och ekosystem
- 3. Effektivitet** genom verksamhetsoptimering som beslutsstöd och smart underhåll
- 4. Samverkan med forskningen och teknikleverantörerna** och skapandet av bästa praxis

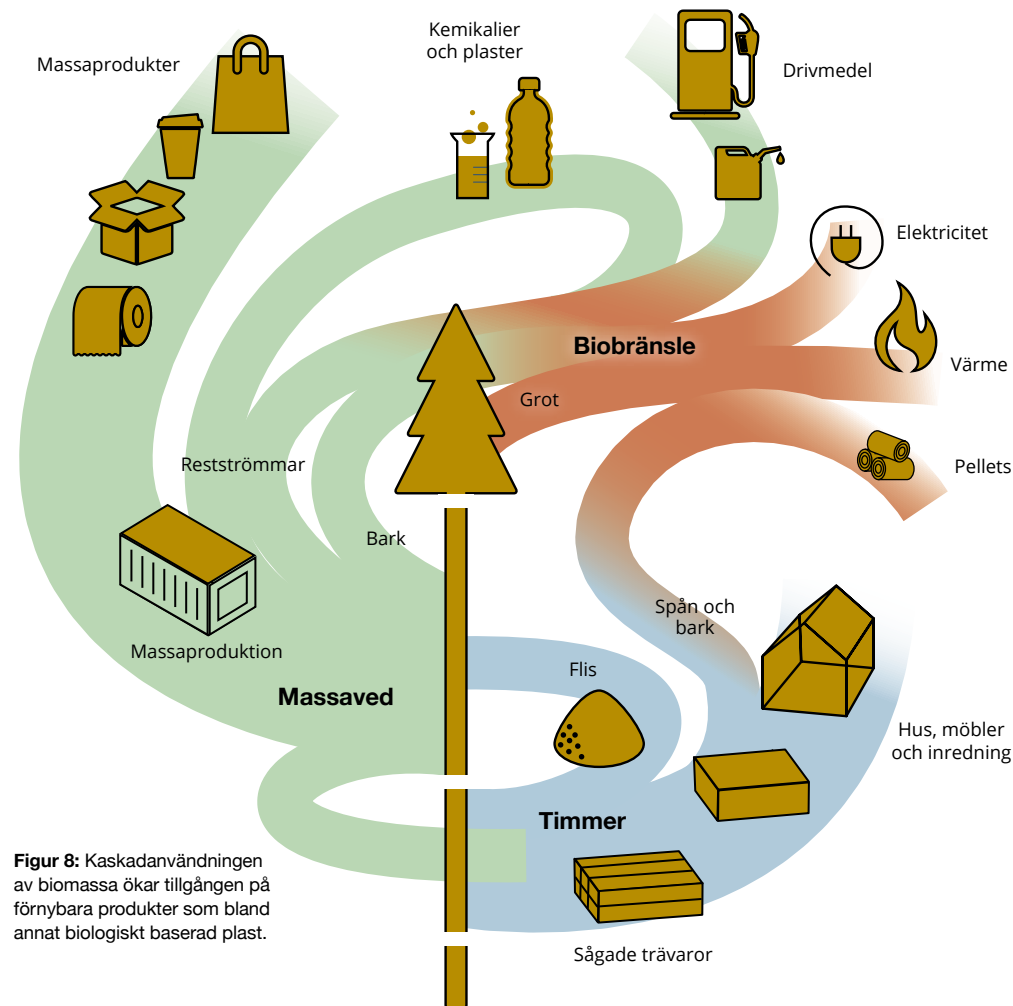


## 1. Värdeekosystemet

### MODELLER FÖR KASKADANVÄNDNING, SIDOSTRÖMMAR OCH CIRKULARITET

Cirkulär ekonomi håller produkter, komponenter och material i cirkulation så att värdet återskapas om och om igen. Den marknadsmässiga grunden för cirkularitet är affärsnyttan och affärsmodeller där resurserna delas i tjänsteliknande system.

Kaskadanvändning<sup>3</sup> är ett närliggande begrepp som innebär att skogsindustrin ska producera långlivade produkter där värdet består genom flera användningscykler i en bestämd ordning. Poängen är att så länge biomassan binds under



Figur 8: Kaskadanvändningen av biomassa ökar tillgången på förnybara produkter som bland annat biologiskt baserad plast.

<sup>3</sup> Europeiska Unionen, Vägledning om kaskadanvändning av biomassa med exempel på bästa praxis i fråga om träbiomassa, 2019.

ett materials livscykel binds också koldioxiden. Detta kan innefatta att först använda trä i konstruktionsmaterial, återanvända det som trämaterial, sedan återanvända det i tillverkningen av pappersprodukter, och slutligen som bioenergi.

Utsläppen sänks också om mängden produkter med högre värdeförädling kan öka. Det kan till exempel ske med exakta sågningsmetoder, bättre kvalitetsbedömning av virket före avverkning och nya sätt att separera och använda restströmmarna i massabruken för mer värdefull kemi. Att ta vara på värdet av sidoströmmarna genom att förädla dem till alternativ för fossilbaserade produkter kräver industriella samarbeten. Sidoströmmarna är ofta små i förhållande till skalan på produktionen av massa och papper, för att de ska förädlas vidare krävs incitament för ta vara på dem och för att skapa nya värdeflöden och marknadspositioner. Sannolikt är det den kemiska och finkemiska industrin som är bäst skickade att förverkliga detta genom kunskaper, marknadsnärvaro och affärsmodeller.

Avancerade verksamhetsmodeller som bygger på kaskadanvändning och cirkularitet i råvaru- och produktströmmarna förutsätter digitalt stöd med levande dataflöden för spårbarhet och idén med digitala produktpass där produktens egenskaper finns sparade. Processerna längre fram kan då optimeras och återkoppling kan ske till tidigare steg. Inte minst i cirkulära materialflöden är kvaliteten hos det återvinningsbara råmaterialet och slutprodukterna avgörande och behöver styras effektivt. En effektiv logistik och informationsdelning mellan samtliga parter i leveranskedjan redan vid planeringen av produktionen och materialfångst gör verksamheten kostnadseffektiv.

#### CELLULOSE-BASED MATERIALS AS A SERVICE

By mastering an intelligent material circulation, cellulose can become a service. In the future, as one form of owning, materials will be owned fully or partially by material producers, who will master the production, modification and recycling of the material. Shared ownership of raw materials will also become possible. Materials will be used, for example, by leasing them.

In the material leasing concept, the customer pays for the material use and quality losses during the utilisation phase. All of the transactions between the service providers and customers are recorded in a blockchain type of technology. Digital transformation necessitates efficient data and information management and processing in a cloud of clouds where information about resources, products, productions, logistics and consumers are linked.

*Cellulose goes digital | VTT's vision of digital cellulose-based industries, 2018*

Digitalisering är en förutsättning för cirkulära affärsmodeller eftersom den också gör det möjligt att omvandla produkter till tjänster. Många material och produkter kan avmaterialiseras i tjänsteliknande affärslogiker. Digitala plattformar kan minska behovet av fysiska produkter och delningsekonomier minskar behovet av att varje individ behöver äga en fysisk produkt. I en visionär idé från finska VTT (se textruta) ser man en möjlig framtid där cellulosebaserade material erbjuds som en tjänst.

## 2. Organisationsmodeller

### INDUSTRIELL SYMBIOS – SAMARBETEN I KLUSTER, KOMBINAT OCH AFFÄRSEKOSYSTEM

Systemperspektivet är grundläggande för omställningen till en grön ekonomi som kan ta marknadsandelar från fossila råvaror och oljebaserade produkter. Samtidigt utvecklas samhällets intresse för en cirkulär ekonomi som hänger samman i värdesystemen. Det börjar synas genom konsumenternas sentiment och som handfasta regleringar kring till exempel spårbarhet. Men parallellt sker en ökad effektivitetsdriven specialisering och därmed divergens av de olika industrivärdekedjorna som börjar i skogen. Grunden måste därför vara verk samma synergier som bejakar affärsmodellerna genom att skapa effektivitet, öka intäkterna eller större marknader för de enskilt företagen. Det gäller alltså inte bara att samhällsekonomiskt utan även för företagen bevisa de värden som kan komma ur industriell och urban symbios. Symbios som till exempel integrerar material- och energiflöden mellan olika aktörer inom skogssektorn med andra sektorer. Genom att skapa sådana marknadsdrivna synergier finns potential att förbättra skogsindustrins resurseffektivitet och ekonomiska konkurrenskraft men även miljöprestandan för samhället i stort.

Med rätt utvecklade affärsmodeller kan Industriell och urban symbios förutom rena affärsvärden, leda till kunskapsutveckling, innovation och ökat socialt ansvar bland intressenterna. Geografiskt avgränsade samarbeten i form av kombinat är en traditionell synergimetod inom skogsindustrin. Kombinaten ger kontinuerliga effektivitetsvinster och kan vara innovativa miljöer som ökar konkurrensförmågan för alla inblandade.

In the future, the paper industry will be characterised by self-organised intelligent 'eco-systems'. Instead of isolated processes and functions in individual mills, the players along the entire value chain will build interconnected clusters, continuously sending and receiving information to and from each other.

*CEPI – Confederation of European Paper Industries  
Sitra – Finnish Innovation Fund  
StepChange Consulting*

I skogsindustriella anläggningar uppnås gemensamma skalfördelar genom virkesanskaffning, energi, vatten och andra råvaror, samtidigt som koldioxidutsläppen kan minska. På energisidan kan kombinaten bestå av kraftvärmeanläggningar integrerade med massabruk som använder värmen men levererar bränslet i form av restprodukter som flis och bark. Hetvatten från massabruk kan användas till virkestorkar för sågverk eller till exempel för att värma växthus. Flis från sågverk används i massabruket och processånga från massabruket används för att torka barken. Överskott av processånga används också för att producera el för nätet i mottrycksturbiner, och för att leverera fjärrvärme. Utvecklingen av nuvarande kombinat kan fortsätta med bioraffinering och produktion av bränslen, kemikalier och material i stor skala där biprodukter, såsom lignin, hemicellulosa eller bark används.

Nyckelfunktionen i kombinaten är sulfatmassabruken. Massan används för papperstillverkning men producerar även biprodukter som svartlut, lignin, terpentin och även el. Produkter som kan användas som energikällor internt eller externt. På så sätt kan sulfatmassabruk bidra till att minska utsläppen av växthusgaser och öka tillgången till energi. Massbrukens framtida roll i energisystemet beror på tillgången och priset på ved, efterfrågan och priset på massa och papper, på biprodukterna och el, liksom tekniska innovationer och miljöregleringar. Beroende på dessa marknadsekonomiska förhållanden kan massabruken bidra till energidiversifiering, eller en mer fullständig energiomställning, genom biobränslen, biogas, biokemikalier, biomaterial och elektricitet. Bruken kan också balansera energisystemen för energi per se men även för att balansera ut andra industrier CO<sub>2</sub>-utsläpp.

**Klassiska effekter av nätverkslogiken** berör hur antalet användare i nätverket påverkar värdeutvecklingen för varje användare. Den så kallade positiva nätverkseffekten. Medan å andra sidan negativa nätverkseffekter uppstår i dåligt sköta nätverk som minskar värdeutvecklingen för varje användare. Den positiva nätverkseffekten är naturligtvis den främsta och mest eftersträvade konkurrensfördelen med nätverkslogiken. Följaktligen är förutsättningen för effektiva nätverk förmågan att genom de digitala plattformarna och andra egenskaper öka i storlek och därmed de värden som kommer ur nätverkseffekterna.

Företag kan också verka i geografiskt spridda kombinat, digitala affärs ekosystem, där förmågan att dela kunskap leder till affärer, nya företag och arbetstillfällen. Digitala affärs ekosystem bygger på nätverkslogik som stöds i en digitalt distribuerad modell. En digital plattform som gör relationer och transaktioner mellan företag och organisationer i nätverket möjliga. Ett kulant ekosystem avspeglar balansen mellan konkurrens och samverkan i en öppen, dynamisk och fri marknad.

Kunskapsbildningen kring affärs och digitala ekosystem kommer bland annat från EU:s satsningar i början av 2000-talet för att utveckla vissa regioner i Europa. Visionen var att låta nätverk av SME-företag konkurrera med storföretagen på världsmarknaden. En grundtanke med digitala affärs ekosystem är att delat data skapar transparens så att systemets känslighet för förändringar ökar och därmed möjligheten att reagera på dem. Ekosystem som delar realtidsinformation om leveranskedjan kan till exempel svara bättre på oväntade förändringar i tillgång och efterfrågan. Det digitalt baserade ekosystemet är därför motståndskraftigt och har hög anpassningsförmåga. Förutom att dela data kan även ett digitalt affärs ekosystem naturligtvis dela fysiska resurser som lokaler och produktionsutrustning.

Vi tror att framtidens skogsindustriella system kännetecknas av de fysiska fördelarna som kombinaten redan ger men som utökas med fler produkter och högre värdeförädling, samtidigt som industrin i sina funktionsdelar kan ingå i olika specialiserade digitala affärs ekosystem. Kokerier och pappersmaskiner kan till exempel vara delar i sådana ekosystem som sträcker sig långt utanför det egna bruket och involverar många olika aktörer och intressenter som bidrar till processernas effektivitet.

### 3. Effektivitet



|| Bland de viktigaste uppgifterna för ett företags digitala plattform är att göra data lättillgängligt ...

#### GRÖN OCH EFFEKTIV GENOM VERKSAMHETSOPTIMERING

Svensk skogsindustri bidrar med ungefär 186 miljarder kronor i export per år, eller 11,5 procent av Sveriges totala exportvärde (2022). Att det förhåller sig på det sättet kan förklaras av konkurrenskraft genom effektivitet. Effektivitet finns inbyggd i processerna genom design och produktval, och vidmakthålls över tiden genom det ständiga arbetet med att optimera verksamheten. Men även väl automatiserade fabriker kan bli mer resurseffektiva med modern teknik och genom att omsätta datamängderna från produktionen till högre insikter och resultat. McKinsey menar i en artikel (McKinsey, Tapping digital's full potential in pulp and paper process optimization, augusti 2021) att hela branschens förbättringspotential motsvarar mellan fyra och sex miljarder dollar per år som kan nås med mer avancerad datahantering och analysmetoder.

Enligt *Confederation of European Paper Industries (CEPI)* ökade pappersproduktionen mellan 1992 och 2018 med över fyrtio procent samtidigt som antalet anställda minskade med närmare sextio procent.

Skogsindustrins informationsstrukturer bygger på hierarkiska lager av automationsteknik och IT. Det finns stora värden med fria dataflöden varför bättre vertikal integration och i värdekedjorna eftersträvas. Genom att få ordning på strategiskt data och göra det åtkomligt uppmuntras också de vardagliga förbättringarna. I praktiken pågår ett ständigt arbete för att eliminera informations-silos och att omforma pyramiderna till plattformar som kan leverera företagets framtida behov av digital kapacitet. Plattformiseringen involverar molntjänster, IoT och maskininlärning för analys och automation, och samarbetsstrategier mellan människor och maskiner.

#### VERKSAMHETSOPTIMERING MED DATA; OPTIMERING AV PROCESSERNA OCH KVALITETSKONTROLL

Industriell digitalisering handlar om att skapa värden av data. Det data som redan finns men även av att börja mäta det som ännu inte mäts och ta vara på förekomsten av så kallat dark data som samlats in men inte används. Bättre, bredare och mer levande datainsamling gör det möjligt att skapa modeller (digitala tvillingar) där simuleringar av olika processutfall och styrbarhet kan göras. Den kommersiella utvecklingen av IoT har samtidigt medfört att det blivit enklare och billigare att även mäta runt om kärnprocesserna. Så kallade mjuka sensorer kan dessutom skapa nya mätvärden genom att data från olika källor bearbetas tillsammans.

Bland de viktigaste uppgifterna för ett företags digitala plattform är att göra data lättillgängligt och användarvänligt. Det ska vara enkelt att

skapa nya tjänster som kan förbättra och öka effektiviteten och förstärkas med exempelvis AI-stöd. Flödet i tillverkningsprocesserna kan optimeras genom att använda råvaror och andra resurser mer effektivt genom scenarionanalys. Exempelvis kan råvarornas egenskaper identifieras i realtid så att variationerna minskar och ger mer förutsägbara och reglerbara processer. Information från produktionen kan ofta vara tillgänglig i teorin men inte i praktiken på grund av krångliga rutiner och dåliga gränssnitt. Data som inte används motsvarar ofta icke realiserade effektivitetspotentialer. För att informationen ska bidra till verksamhetsoptimering krävs samtidigt organisationer med samsyn. Där alla arbetar på likartat sätt och mot samma mål med processstyrning såväl som med underhåll. Digitalisering i detta sammanhang innebär att göra information tillgänglig för alla som behöver den. Så nära realtid som möjligt.





### BESLUTSSTÖD

En av de största möjligheterna med modern analysteknik är möjligheten till beslutsstöd för operatörer och andra användare. Beslutsstöd med hjälp av maskininläring tillhör de områden där industrin förväntar sig störst effekt av digitaliseringen. Det är väl känt att olika skiftlag kör processerna med olika framgång. Det är också ett problem att erfarenhet går förlorad i samband med pensionsavgångar och att rutiner saknas för kunskapsöverföring. Samtidigt blir produktionen mer komplex och kraven på effektivitet ökar. Beslutsstödsystem kan bidra till att hantera förlust av erfarenhet och vara ett stöd för att utföra arbetsuppgifterna mer optimalt. Målet är att minska skillnaderna mellan olika skiftlag och variationer i produktionen. Samtidigt ges underlag för kvalitetsförbättringar och en bra allmän grund för arbetet med verksamhetsoptimering.

### PREDIKTIVT UNDERHÅLL

Ett tydligt användningsområde för AI och maskininläring är underhåll. Maskinunderhåll betraktas som kärnverksamhet inom den tyngre industrin och står för stora direkta kostnader men också indirekta i form av stopp på grund av bristande underhåll. Kalenderbaserat underhåll och stora reservdelslager är traditionella recept för att undvika detta. Med prediktiva metoder går det i stället att förutse framtida brister och identifiera hur lång livslängd en maskin eller maskinkomponent har kvar. Underhåll är ett område där AI kan ge hög avkastning på kort tid genom att minskat onödiga åtgärder, oplanerade driftstopp och öka säkerheten i tillverkningsprocesserna. Underhåll kan också vara ett lämpligt objekt för värdebaserade samarbeten mellan aktörer som samlas kring tydliga mål för tillgängligheten i produktionen. Med digitala modeller kan också incitamenten för sådana samarbeten göras tydligare än som ofta varit fallen historiskt.

**PiiA har finansierat flera projekt där maskininläringsteknik** används för processoptimering. Erfarenheter visar att djupinläringstekniken är mogen för olika typer av klassificeringsproblem och för att öka automationsgraden. Processindustrin präglas av kombinationen av stora datamängder och redan hög automationsgrad. Det är delvis andra förutsättningar än för andra tillämpningar av maskininläring. Över tiden ser vi att användningen av tekniken ökar och att allt fler frågeställningar inom effektivitet, kvalitet och logistik löses. En av de viktigaste erfarenheterna från AI-projekt är kravet på domänkunskap och förmågan att kunna formulera rätt problemställningar. Framgångsrik användning av maskininläring bygger på djup förståelse kring de processer som skall optimeras.

## Samverkan med forskning och teknikleverantörer

### SKAPANDE AV NY GRÖN-DIGITAL BÄSTA PRAxis

Koncept och lösningar som flyttar gränser för det möjliga och samtidigt är så funktionella och väldefinierade att de effektivt sprids i industrisystemet kallar vi bästa praxis. Inte sällan görs bästa praxis till standard som ger industristrukturen långsiktig stadga. Rätt implementerad bästa praxis undviker kostsam parallellutveckling. Och vid industriella skiften spelar standardisering en viktig roll för att befästa utvecklingen för mycket lång tid framåt. Än idag syns tydligt arven från både den första och andra industriella revolutionens bästa praxis och standarder för mekanisering och elektrifiering.

I ett större sammanhang kan bästa praxis ses som byggstenar för marknads-systemet. När de läggs på varandra skapas industriella paradig och nya S-kurvor. Bästa praxis kan vara konceptuell som justintime eller ISO 9000. Men också funktionell som principer för kommunikationsnätverk eller för operativa och administrativa uppgifter.

Massa- och pappersindustrin står inför utmaningen att minska de egna klimatutsläppen och samtidigt utveckla produkter som bidrar till samhällets hållbara utveckling i stort. Man använder mycket energi men är genom de kemiska massabruken i hög grad självförsörjande och bidrar även till omgivande samhällens behov, industriurban symbios som kan utvecklas vidare.

Inom PiiA bygger vi upp enheten IndTech Lab som är dedicerad till att identifiera, utveckla och sprida bästa praxis inom det industridigitala området. En viktig resurs för IndTech Lab är PiiAs projektportfölj med flera hundra genomförda utvecklings- och innovationsprojekt till ett värde av en miljard.

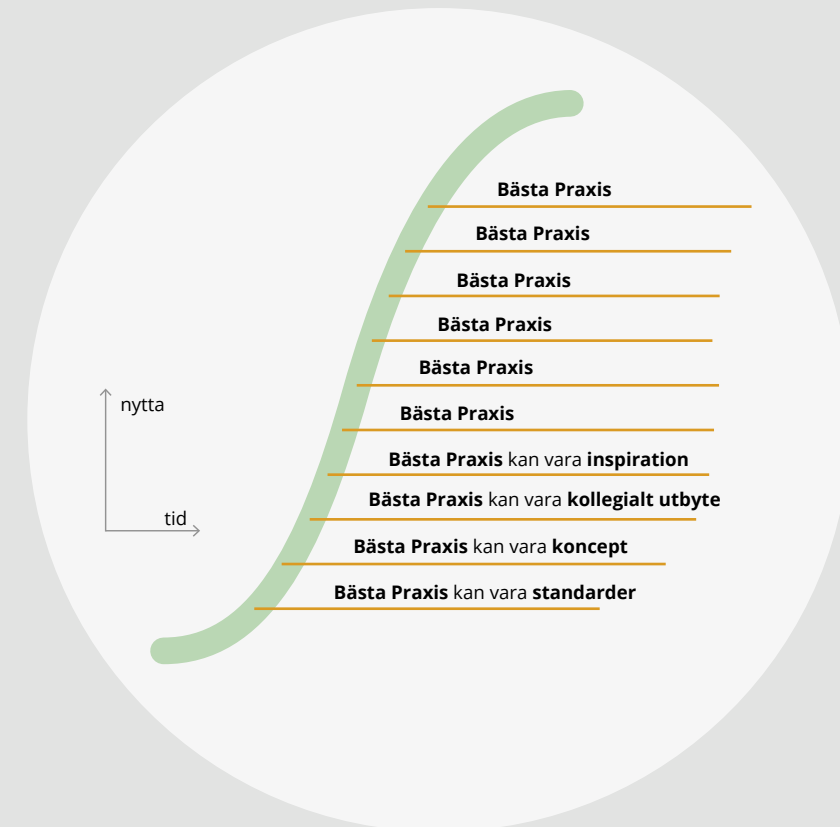
För det och mycket mer behövs ny *grön-digital bästa praxis* inom en mängd olika områden. För skogsindustrierna har samtidigt utvecklingen av processteknik varit sammanflätad med innovationer inom materielområdet. Under stora delar av nittonhundratalet har samarbetet mellan svensk skogsindustri, forskningssystemen och svenska teknikleverantörer skapat världsledande tillämpningar som förklarar tekniksprång, effektivitetsutveckling och framgångar på världsmarknaden. När industrin nu åter ställer om kan svensk spetsforskning inom trä, cellulosa och bioraffinering också omsättas till svensk

teknikexport. Maskin-industrin har till stora delar försvunnit från landet men när det gäller digitalisering, sensor-teknik, artificiell intelligens och avancerad datormodellering biter de svenska förmågorna fortfarande.

Svensk IndTech-industri, det vill säga leverantörer av IT, automation och digitalisering för industrin, har enligt PiiA-studien

*Swedish IndTech 2021*, en position på världsmarknaden som anstår betydligt större ekonomier. För skogsindustrin bidrar PiiA till innovationsklimatet och till att digitala framsteg kan kommersialiseras och spridas till gagn också för teknikleverantörerna. Dessutom skapar Svensk IndTech kvalificerade arbetstillfällen och möjligheter till regional utveckling.

### Bästa Praxis



DEL

# 3

Nya fenomen som sakernas internet och AI möts och flyttar gränserna för hur verksamhet kan bedrivas. Svensk industri har ett världsledande kunskapskapital att utgå ifrån.

## RIV PYRAMIDERNA

---

Vårt kunskapskapital och installerade bas av IT och OT



Just nu pågår en av industrihistoriens största omställningar. När det fossila fasas ut, cirkularitet ersätter linjäritet och resurs- och energianvändning blir effektivare, är det en grön omställning som bygger på digitala värden. I fabriker och på kontor ökar datamängderna och verktygen för analys, automation och samverkan blir allt kraftfullare. AI kommer att förändra allt detta ännu mer, och skapa ännu mycket mer data. Det är en utveckling som leder mot självorganiserande värdekedjor och som ändrar på organisations- och intjäningsmodeller. Vi talar om digital transformation och om en ny industriell revolution.

I det här avslutande avsnittet av rapporten förmedlar vi PiiAs perspektiv på de förändringar av digitala strukturer som är nödvändiga för att den dubbla, hållbara och digitala, omställningen ska komma till stånd. Det handlar både om att ta vara på de förutsättningar vi sedan lång tid har investerade i teknik och kunskap, i IT och automation, och att våga tänka nytt och större.

Data förändrar industrin, men det är komplexa förändringar inte minst därför att datorisering

och automation långt ifrån är nya företeelser. Datorisering har sedan 1960-talen gått igenom många faser och våra fabriker är fyllda av olika generationers teknik, ofta tveksamt integrerade med varandra. Den installerade basen av industriell IT och OT i världen beräknas vara värd runt 50 000 miljarder <sup>4</sup> och låter sig av både praktiska och ekonomiska skäl inte enkelt bytas ut. Samtidigt är förändringsdrivkrafterna, klimatet och miljön, existentiella och digitalisering helt avgörande för att möta utmaningarna. För att då lösa problemen på systemnivå krävs robusta och effektiva verksamhetsplattformar <sup>5</sup> som medger integration och interoperabilitet inom företag och mellan företag. Först då uppfylls rekvisiten för att effektivt ta oss an hållbarhetsutmaningarna.

<sup>4</sup> PiiA, Swedish IndTech, 2020

<sup>5</sup> En verksamhetsplattform stöder industrins behov av IT och OT och är en integrerad lösning som hanterar och optimerar processer, dataflöden och kommunikation inom ett företags administrativa och produktionsrelaterade system och mellan företag i värdekedjorna.

Processindustrins befintliga installationer bygger på en modell från sjuttioalets CIM-rörelse som kallas automationspyramiden, se figur 9. Idag. Det är en hierarkisk informationsstruktur med lager av OT/automationsteknik och IT, som lever vidare i standarden ISA-S95. Fria dataflöden motsvarar potentiellt stora värden, därför finns numera anledning att ifrågasätta hierarkiska modeller. I själva verket motsvarar bättre vertikal integration mellan OT- och IT-nivån betydande fördelar för enskilda företag och transparens i värdekedjorna enorma värden för de globala industrisystemen. Och i praktiken pågår ett ständigt arbete inom industrin för att eliminera informationssilos. Till de konstruktiva sätten hör att omforma pyramiderna till plattformar genom att etablerad IT- och automationsteknik förstärks med molnkapacitet, AI och IoT - sakernas internet.

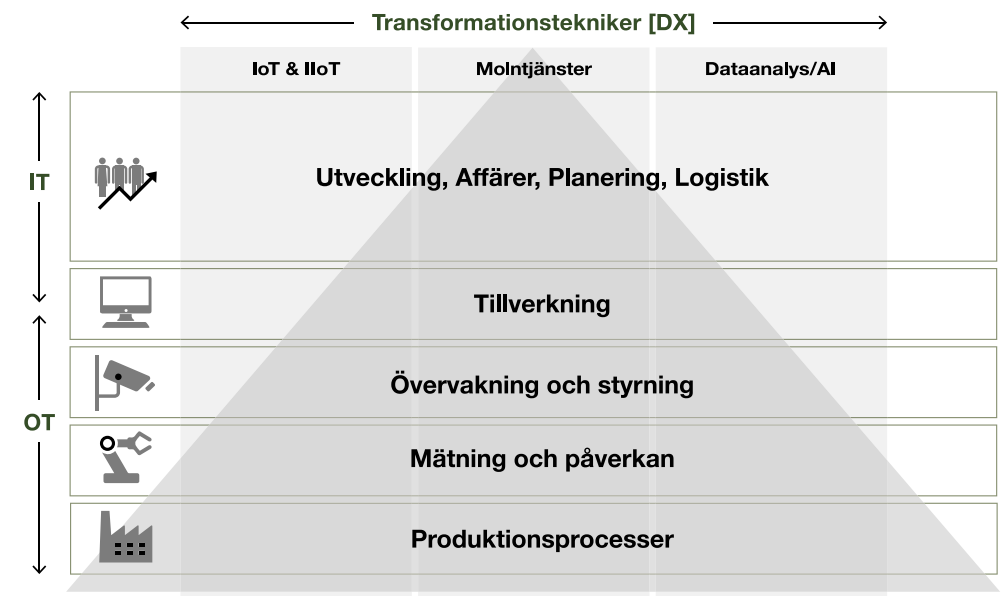
De blir till plattformar som kan leverera företagets behov av digital kapacitet över värdekedjor och produktlivscykler. Där ordning och åtkomlighet till

DX är en beteckning för digital transformation som alltmer används av industrin, leverantörer och olika kunskapsorganisationer.

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

strategiskt data också uppmuntrar arbetet med ständiga verksamhetsförbättringar. Genom gradvis och modulär implementering är det möjligt att skapa miljöer som integrerar data från olika IT- och OT-system för holistiska verksamhetsvyer, analys och beslut. Där standarder och APIer skapar öppenhet samtidigt som robusta säkerhetsfunktioner, riskhantering och incidentberedskap implementeras. Och där en kultur av digitalt lärande ökar acceptansen och användningen av plattformen.



Figur 9: Principskiss av automationspyramiden med tre vertikaler av ny teknik som kan förena gamla och nya arkitekturer.

## II Det som redan är vardag inom en verksamhet kan vara framtidsvisioner hos andra ...

Det är också med plattformslöslig som olika industridigitala kraftsamlingar vuxit fram på senare år. Bland de mer namnkunniga återfinns *Industri 4.0*, *Industrial IoT Consortium* och *Swedish IndTech*. Ambitionen med sådana koncept är att samla industrin och branschintressen runt utvecklingen av teknik, tillämpningar, bästa praxis och standarder. Bilden av industrins digitalisering är samtidigt mycket heterogen; det som redan är vardag inom en verksamhet kan vara framtidsvisioner hos andra. Det innebär i sin tur att det finns möjligheter till erfarenhetsutbyte och inspiration över bransch- och företagsgränser som kan skynda på utvecklingen. För PiiA är det en angelägen uppgift att uppmuntra sådan kunskapsspridning. Erfarenheten är också att svenska industriföretag är generösa med att dela med sig av erfarenheter och det, menar vi, bidrar utan tvekan till ökad konkurrenskraft för alla.

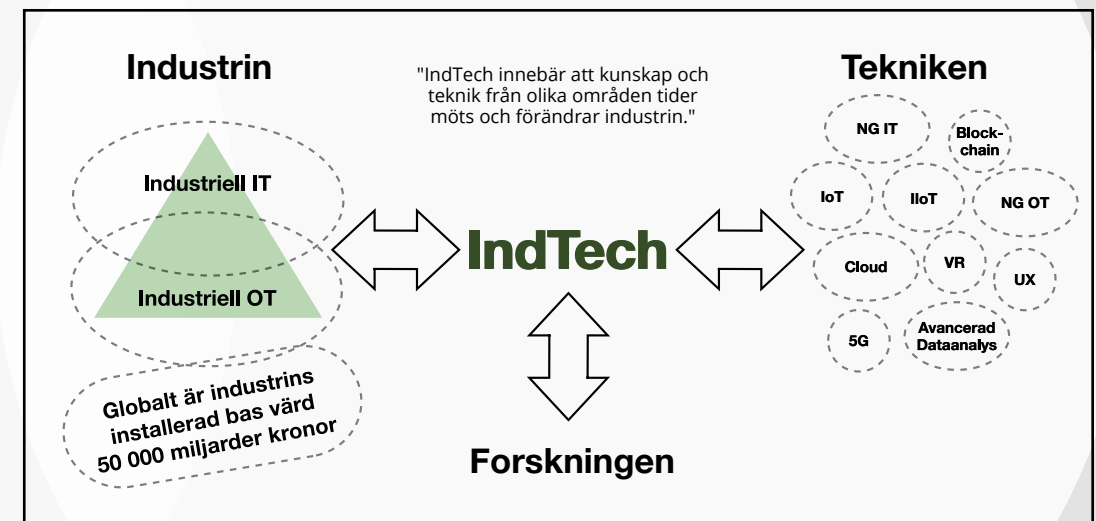
När svensk skogsindustri digitaliserar finns företrädesvis två koncept att förhålla sig till. Det ena är *Industri 4.0* som ursprungligen är en tysk, nationell regeringssatsning för att samla landets tillverknings- och teknikleverantörsindustri och försvara tysk konkurrenskraft. Konceptet är väl underbyggt, dokumenterat och stöds med stora ekonomiska medel. Det andra begreppet är *Swedish IndTech* först lanserat av PiiA och Blue

### Swedish IndTech

IndTech är ett affärsområde med en stor och snabbt växande global marknad där svenska leverantörer redan har viktiga marknadsandelar. Stora företag som ABB, och i allt större utsträckning även Ericsson i och med satsningar på 5G, utgör basen i ett system av annars små till medelstora leverantörer. Branschen har senare år vuxit med 6–8 procent årligen och begreppet *Swedish IndTech* är på väg att etableras internationellt och omfattar svenska företag som tillsammans omsätter 238 miljarder kronor inom området. Det innebär att branschen mäter sig med svensk råvaruindustri, processindustri och de större branscherna inom tillverkningsindustrin.

Institute i rapporter och artiklar under 2010-talet. *IndTech* är ett koncept som tar sin utgångspunkt i marknaden där efterfråge- och utbudssidan av teknik, tjänster men även forskningen möts (**se figur 8**). PiiAs roll är i sammanhanget intermedjär med målet att underlätta kunskaps- och metodutveckling där även gammalt och nytt kan förenas och värdet av industrins redan installerade bas av IT och OT utvecklas vidare.

## Marknad



*IndTech* innebär alltså teknik, tillämpning och möten i marknaden som ger fördelar och tidsförspårning åt svensk industri samtidigt som svenska teknikleverantörer kan flytta fram positionerna på världsmarknaden. Sverige har marknadsandelar inom digital industriteknik i världen som i förhållande till vårt lands storlek snarare anstår ekonomier i Tyskland eller Frankrikes storlek enligt rapporten *PiiA, Swedish IndTech, 2021*.

**Figur 8:** Modellen för *IndTech*: traditionell automation och IT, oftast proprietär med rötter i 80- och 90-talet, möter ny digital teknik som öppnar nya utvecklingsmöjligheter. *IndTech* är ett holistiskt begrepp som utgår från industrins förutsättningar, svensk och internationell forskning och avancerade teknikleverantörer.

## DATADRIVNA VÄRDESYSYSTEM

Industriell omställning av den omfattning vi nu går igenom måste stödjas av teknik och metoder som skapar transparens och integration i värdekedjorna. Men det innebär också att organisations- och samverkansmodellerna behöver förändras. För att nå de hållbarhets- och effektivitetsmål som sätts upp behöver systemets potential adresseras. Det räcker inte längre att ensidigt utgå från enskilda produktions- eller logistikenheter eftersom det skapar systemiska ofullkomligheter och stjälar effektivitet

till stora värden. Organisationer som bygger på gränsöverskridande nätverk och metaforer av de naturliga ekosystemen är därför kandidater till framtidens industriella ordning. I centrum av sådana ekosystem finns värdeförädlingskedjan, värdeströmmarnas huvudfåra, där de fysiska flödena åtföljs av digitala dataflöden för att möjliggöra övergripande optimering av värdekedjan samtidigt som företagen enskilda processer för tillverkning, administration eller logistik tillåts leverera optimalt. Även produkterna är i

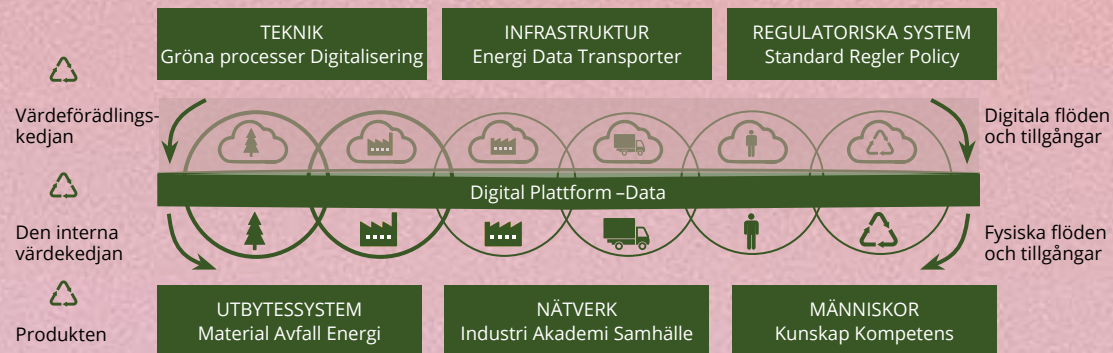
sådana system digitaliserade informationsbärare, integrerade med tjänster i affärsmodeller där också värdesambanden mellan produktions- och produktdata tas till vara. Det gäller inte minst råvaror och basmaterial där egenskaper i form av metadata kan följa med och optimera vidareförädlingsvärdet och minska miljöavtrycken längre fram i försörjningskedjan.

Det här är en utveckling som pågår men det går långsamt på grund av ofullkomliga systemstrukturer, brist på incitament, bästa praxis, standarder och kunskap. Inom PiiA drivs forskning och utveckling inom området sedan flera år, bland annat genom projekten Digitala Stambanan IndTech och Trace4Value. Projektet engagerar tillsammans hundratalet företag och organisationer. Som resultat av dessa arbeten har ett mer heltäckande perspektiv på industrins värdesystem etablerats. Värdesystemet betraktas som ett ekosystem med mellanindustriella och samhällsliga symbiotiska relationer, **se figur 11**, där de fysiska flödena åtföljs av samtidiga digitala dataflöden som möjliggör optimering av både värdekedjan och företagens enskilda processer.

Modellen bygger på idén om en central men till organisationsnivå distribuerad metaplattform där informationstransparens råder mellan aktörerna. På **värdesystemnivån** ger det sig tillkänna som avancerade ekosystem och organisationsmodeller, effektiva i att tillvarata alla relevanta resurser. I **värdeförädlingskedjan** som hållbarhet och effektivitet genom affärsmodeller och informationstransparens. I företagets interna **värdekedjor** som ökad effektivitet och hållbarhet, och i **produkterna** som viktiga bärare av information.

PiiA arbetar nu proaktivt med att driva på digitala förändringar i värdesystemen. Målet är att bidra till ökad hållbarhet, till skydd av klimatet, och samtidigt skapa konkurrensfördelar för den svenska industrin. Vi gör det genom att samla alla viktiga aktörer, genom att forska på och utveckla digitala lösningar i verkliga miljöer och sedan sprida dem i industrin som ny bästa praxis.

### Värdesystemet



**Figur 11:** Alla digitala förmågor – IT, OT, moln, IoT, AI – måste hänga ihop, därför talar vi om digitala plattformar. Plattformen optimerar och automatisera processer för utveckling, produktion, logistik mm, och gör data enkelt tillgängligt för verksamhetsutveckling/ständiga förbättringar, mer avancerade affärsmodeller och nya ekosystem runt verksamhet och affärer.



SLUTORD

---



Skogsindustrierna representerar, som vi sett i del 1 av denna rapport, ett marknadssystem i omvandling. Påverkad av klimatfrågan och samhällets digitalisering förändras marknadens preferenser vilket ställer nya krav på branschens produktutbud. Samtidigt bidrar geopolitiska spänningar till makroekonomiskt tryck på alternativ till de fossila råvarorna. Skogsindustrin behöver bevaka konkurrensförmågan genom effektivitet och samtidigt ta en av huvudrollerna när samhället kräver alternativ till fossilbaserade energislag, kemikalier och material. Det kan tolkas som att den biobaserade ekonomin är på väg att realiseras och innebär att innovation inom skogsindustrin inte begränsar sig till förbättring av de vanliga processerna, tjänsterna och produkterna. Det krävs, som vi berört i del 2 av rapporten, transformativ utveckling som berör fundamenten

i affärslogik och organisationsformer. Där digitalisering som möjliggörare avgör både de enskilda företagens och branschernas framtid, och skillnaden mellan att vara bra och mindre bra på att konkurrera hållbart.

PiiA har nu verkat under tolv år och samlat erfarenheter och kunskap med specifik inriktning mot den svenska processindustrin med skogsindustrin som avgörande inslag. Vi har under denna tid ägnat oss åt verksamhet på tre nivåer:

- Vi har tillsammans med industrin investerat väl över en miljard i den digitala utvecklingen. Vi har också verkat för att svensk teknikleverantörsindustri ska ges uppmärksamhet som den internationella svenska paradgren den faktiskt är.
- Vi har noga följt den industriella utvecklingen. Vad som händer inom olika branscher med

produkt- och processutveckling, såväl som hur konkurrens klimat, affärer och organisationer har utvecklats.

- Vi har följt den makroekonomiska utvecklingen för att övergripande förstå betydelsen och styrkan i såväl de tekniska som de industriella förändringarna.

Vi har också med PiiA:s tolvåriga empiri och samarbeten med industrin sett att företag som lyckas med sina digitala strategier i regel gör tre saker bra:

I denna skrift har vi delat med oss av tankar som i många fall är resultatet av att under lång tid ha rört oss mellan, och dragit slutsatser på, olika analysnivåer. Samtidigt har vi sett hur vissa företag lyckas med sin digitala transformation medan andra inte når hela vägen fram. Om vi samlar bilden till en slutlig rekommendation för svensk skogsindustri skulle det bli att kraftsamla och bli *förebilden* för den dubbla omställningen, twin transition.

Vi är övertygade om att skogsindustrin verkligen har de förutsättningar som krävs för att framgångsrikt, med det gröna biovärdesystemets perspektiv, ta sig an utvecklingen med dubbel omställning och de digitala förtecken det har. Där det skapas samtal på ledningsnivå som fortplantar sig i organisationerna, som engagerar forskningen och teknikleverantörerna. Som handlar om hur *systemet* kan göras effektivt, vilka affärsmodeller som då faller ut och vilka organisations- och arbetsformer som bäst tjänar syftet att skapa nya värden. Vidare hur effekterna av detta bäst tas till vara ute i fabriken i logistiksystemen och på marknaderna i arbetet med den ständiga verksamhetsoptimeringen. Runt ett sådant arbete kan demonstrationer av grön-digital teknik byggas, som förändrar processer, sluter värdekedjorna och skapar de digitala plattformar som framtiden kräver. Samtidigt har vi nu nått så långt på digitaliseringens teknikutvecklingskurva att tekniken inte längre är industrins huvudutmaning. Den består snarare i att identifiera potentialerna i värdesystemen och realisera dem.

**1. Man har en tydlig idé** om var det finns värden att hämta med hjälp av digital kapacitet. Man skiljer på verksamhetsutveckling och digital transformation där det första handlar om ständiga förbättringar i befintliga processer medan det andra berör strategiska kursändringar som involverar både kunder, leverantörer och samhället. Man är i båda fallen duktig på att förstå och översätta möjligheterna till potentiella ekonomiska värden, och sätta planer för att realisera dem som karta eller färdplan att bocka av. Man har en god uppfattning om vad som är bästa branschpraxis och har förmågan att tillämpa men också bidra till att utveckla den. KPI:er är ett hjälpmedel för att fokusera och få saker gjorda. En tydlig färdplan hjälper också till att förankra arbetet i organisationen och är viktigt för att tidigt identifiera investeringsbehov i form av teknik och annat.

**2. Man bygger förmågan internt.** Framgångsrik verksamhetsoptimering och framför allt digital transformation kräver nya färdigheter och arbetssätt. För att starta förändringar och nå momentum kan man förstärka med tillfälliga externa resurser, men för att upprätthålla förmågan över tid och skala upp inser man att kritisk kompetens behöver finns internt. Framgången bygger naturligt nog på att kombi-nera operativ kunskap om verksamheten med expertis inom data- och systemområdet. Det kräver ett systematiskt arbete med att anställa och utbilda rätt människor. När vi nu går in i en tid av dubbel omställning blir detta mer sant än någonsin tidigare.

**3. Man hanterar förändring.** Även de mest geniala tekniska lösningar är värdelösa om de inte accepteras och används. Framgångsrika organisationer ser medarbetarna som använder tekniken och investera tid tillsammans med dem för att förstå hur behoven förändras och utvecklas. Man lägger stor vikt vid att förstärka önskade beteenden och inser att utbildning är en god investering.





# APPENDIX

---

## PiiA:s projektportfölj inom skogsindustrin

- Analys och modellering av processvariablers och deras samspels inverkan på malresultat vid tillverkning av papper
- Datadriven prediktering av farliga utsläpp av gaser för hållbara processindustrier
- Deep Process Learning
- DEEP Testbed
- Digital och användarcentrerad säkerhet för processindustrin
- Digital Sodapanna
- Digitala stambanan
- Digitala stambanan: Billerud WP 2.4
- Digitaliserat Operatörsstöd för Industrin
- Digitalisering av barrflisvariationer
- Digitalisering av fliskvalitetsvariationer
- Elmesa
- Framtidens Industriella Nätverk
- Förbättrade processer och produkter genom digitalisering av skogliga värdekedjor
- Förbättrade processflöden genom digital fångst av skogsråvarans egenskaper
- Hållbar optimeringsbaserad processreglering
- Hållbar optimeringsbaserad processreglering II Into DeeP
- Machine Learning för att bedöma nettovolym av rundved
- Minskning av korttidsprocessvariationer med hjälp av datafusion mellan process- och termografidata
- Non-invasive pile scanning
- Online analys av variationer av hela produktionen av papper och kartong för processoptimering
- Online dubbelspektroskopisk mätning av tvättförluster
- On-line kemisk analys av massa och kalcineringsprocesser
- Preventor – digitaliserad processlägebeskrivning
- Processkontroll och -automation inom kemikalieåtervinning i massabruksindustri
- Roadmap för implementering av multispektral kvalitetskontroll av hela arean vid pappers- och kartongtillverkning
- Samspelseffekter mellan processvariabler och malning vid paperstillverkning
- Sömlös Fiberstyrning
- Talloil Community genomförbarhetsstudie
- Utvärdering av multispektral materialanalys för onlinetillämpningar vid kartongtillverkning
- Digitaliserad Sodapanna
- Energioptimering inom processindustri med hjälp av AI
- Forestry Drone Digitization

- Wood prediction using Artificial Intelligence in Modelling
- Kunskapsintegrering för klassificering av maskinskador
- Optimering av barkpressar för extraktion av tanniner
- Collaboration in Life-Cycle Data Management services for the exchange of industrial assets
- Djuplärande för processindustrin
- DARO
- LCDM – Life Cycle Data Management
- Optimering av energibalanser och energiförbrukning i processindustrin
- Smart automation living lab for the process industry
- Processindustriell IoT infrastruktur: möjligheter och utmaningar
- Virtual Reality-baserad kompetensutveckling i processindustrin
- Digital tool for safer start-up of process plants
- TEPI beta
- Förstudie Preventorn – automatiskt driftläge processövervakning
- Processtrålningsanalys – nytt verktyg för processtyrning
- Avancerande systemintegration för processindustrin: Sensordatainsamling, nätverks- och övervakande reglering
- Styrning av industriella processer inom skog och bioenergi baserat på MPC med greybox modeller
- Åskvarning och objektidentifiering
- Övervakningssystem störning och åska
- Nystart förstudie gamification industri
- Den digitaliserade processindustrin
- Framtidens Flexibla Processindustriella Logistik
- Molnbaserad plattformstrategi - steg 2
- Molnbaserad plattformstrategi för processindustrin
- Smart automation living lab for the process industry år 3
- Smart Automation Living Labs for Process Industry Implementation
- Information and Competence on demand
- EXCITED – Enabling Xr Creation In The industry
- Spelifiering i industrin för ökat engagemang
- ToolTracker – processindustriella möjligheter med digital verktygstracking
- Integration av anläggningsfordon
- More Accessible Xr Assets for the industry
- Maskinförmåga Hinderdetektion
- Sensorer för Hinderdetektion inom området arbetsmaskiner
- SIAA – Samverkansplattform för integration och automation av arbetsmaskiner

**Twin transition** är ett begrepp som beskriver hur digitalisering och hållbarhet i sammanflätad samverkan skapar en konkurrenskraftig och klimatsmart industri. Inom skogsindustrin finns det stora möjligheter att använda digitala tekniker och datadrivna arbetssätt för att optimera processer, produkter och affärsmodeller och samtidigt minska utsläppen av växthusgaser. För att lyckas med dubbel omställning inom skogsindustrin krävs inte bara teknisk innovation, utan också fördjupade samarbeten mellan intressenter, stöd från politik och regelverk och inte minst att ifrågasätta gamla arbetssätt och organisationer. Twin transition är en utmaning, men framför allt en möjlighet för skogsindustrin att stärka sin position som en viktig aktör i omställningen till ett fossilfritt samhälle.

**PiiA** – Processindustriell IT och Automation – är ett innovationsprogram som finansieras av industrin tillsammans med Vinnova. PiiA har investerat över en miljard i närmare tre hundra utvecklingsprojekt och samarbeten som prövat ny digital teknik och utvecklat metoder och arbetssätt för industrin. PiiAs uppgift är att stödja industrin i den digitala förändringen och vi gör det genom att vara specialiserade och kommersiellt neutrala. Samtidigt verkar vi över flera närliggande branscher och kan på så vis bidra till att bästa praxis delas inom industrin. PiiA arbetar också med omvärlds- och industrianalys och sprider erfarenheter från den egna projektportföljen och andra satsningar.



Med stöd från



Strategiska  
innovations-  
program

blue institute