

Denne fil er hentet fra Handelshøyskolen BIs åpne institusjonelle arkiv BI Open Archive <http://brage.bibsys.no/bi>

Den inneholder akseptert og fagfellevurdert versjon av artikkelen sitert under. Den kan inneholde små forskjeller fra den originale pdf-versjonen publisert i tidsskriftet.

Garnes, Å., & Heggernes, T. A. (2019). Vi kan ikke spise algoritmer. *Beta*, 33(1), 113-130.
doi:10.18261/issn.1504-3134-2019-01-07

Tidsskriftets forlag, Universitetsforlaget, tillater at siste forfatterversjon legges i åpent publiseringsarkiv ved den institusjon forfatteren tilhører.
<https://www.universitetsforlaget.no/Tidsskrift/Open-access>

Forlagets publikasjoner er tilgjengelige via www.idunn.no

Vi kan ikke spise algoritmer

Professor Åge Garnes, korresponderende forfatter, Age.Garnes@hvl.no

Førstelektor Tarjei Alvær Heggernes, Tarjei.Alver.Heggernes@hvl.no

Høgskulen på Vestlandet

Industri 4.0 har blitt lansert som betegnelse på den neste teknologiske revolusjonen. Den aktuelle utviklingen innebærer at algoritmer bygges inn i det meste av våre materielle omgivelser. Alt blir digitalisert og kan styres via Internett, telefonsignaler eller ulike typer radiobølger. Robotisert produksjon, smarte produkter, smarte fabrikker, smarte byer og smarte statsapparat kan symbolisere hva vi har i vente. Men Industri 4.0 utvikles ikke i et vakuum. Industri 4.0 drives fram de neste desenniene parallelt med et unikt historisk bakteppe preget av befolkningsekspløsjon, skjevfordeling i alderspyramider, økende ulikheter mellom mennesker og voksende klimatrusler. Industri 4.0 innebærer at produksjon vil foregå med betraktelig færre ansatte. Scenarioet basert på denne utviklingen kan bety arbeidsløshet i stor stil, deretter etterspørselsfall og påfølgende økonomiske nedgangstider. Mens noen ser Industri 4.0 som en forsterker av krise- og undergangsutvikling, ser andre for seg at dette blir redningsplanken som vil frambringe nye produkter, nye arbeidsmåter og nye forretningsmodeller og nytt håp. Hvilket scenario som realiseres, er resultat av overnasjonale, nasjonalpolitiske, kollektivt organiserte og bedriftsstrategiske valg, uansett -vår tids mest sjelsettende utfordringer.

Nøkkelord: Industri 4.0, cyber fysiske systemer, befolkningsekspløsjon, klimatrusler, resurssulikheter, skjeve alderspyramider, produktivitetsvekst, tap av arbeidsplasser, innovasjoner og nye politiske regimer

We cannot eat algorithms

Industry 4.0 has been launched as a term for the next technological revolution. The current development means that algorithms are built into most of our material environments. Everything is digitized and can be controlled via the Internet, phone signals or different types of radio waves. Robotized production, smart products, smart plants, smart cities and smart state-of-the-art equipment can symbolize what we have to wait. But Industry 4.0 is not developed in a vacuum. Industry 4.0 is running the next decades in parallel with a unique historical backdrop characterized by population explosion, skew distribution in age pyramids, increasing inequalities between humans plus growing climate threats. Industry 4.0 means that production will take place with considerably fewer employees. The scenario based on this development may mean high unemployment, followed by decreasing demand and subsequent economic downturns. While some see Industry 4.0 as the enhancement of crisis, others see Industry 4.0 to be the bailout that will bring about new products, new ways of working and new business models and new hopes. The scenario that eventually would be realized is

the result of supranational and national policy, collectively organized, and corporate strategic choices – without doubt today's most decisive challenges.

Keywords: Industry 4.0, Cyber Physical Systems, Population Explosion, Climate Threats, Resource Inequalities, Lopsided Age Pyramids, Productivity Growth, Loss of Jobs, Innovations and New Political Regimes

Innledning

Et kjernetema i denne artikkelen er å se på effekter av Industri 4.0 og se denne teknologiske utviklingen som et potensielt bidrag til å forsterke eller bidra til løsning av de utfordringer verden uansett må håndtere innen de neste to generasjoner: *befolkningsekspløsjon, skjevfordeling i alderspyramider, stigende ulikheter mellom mennesker pluss klimatrusler*. Utviklingen skjer parallelt og danner et større potensielt katastrofebilde. Er man ungdom i dag, kan man faktisk få førstehånds opplevelser av hvordan denne utviklingen vil manifestere seg. Et sentralt spørsmål å diskutere må derfor være å se på om den teknologiske utviklingen er nok, eller om man også må regne med institusjonelle endinger for å avhjelpe situasjonen.

Vi minner først om de fire samfunnsmessige utviklingstrendene som de fleste vitenskapelige miljø regner som sannsynlige og betydelige trusler mot dagens samfunnsstrukturer. Vi skisserer deretter kort hva Industri 4.0 er, begge som bakgrunn for en diskusjon om den teknologiske utviklingen som potensiell redningsplanke.

Den aktuelle samfunnsmessige kontekst

Befolkningsekspløsjon, økende ulikheter (Atkinsen 2015), mer skjevfordelte alderspyramider samt klimakrise er fire velkjente og veldokumenterte trusler som er i ferd med å manifestere seg i løpet av de neste to generasjonene. Alle disse fire utviklingstrekkene har vært del av den offentlige debatt i flere tiår. I det siste er Industri 4.0 blitt lansert som en femte krisetendens basert på den teknologiske utvikling. Det påstås at digitalisering av næringslivet vil gi store produktivitetsgevinster. Dagens arbeidsplasser erstattes av roboter. Artikkelen problematiserer den rolle Industri 4.0 kan spille for utviklingen av de fire andre utviklingstrendene – som kriseforsterker eller redningsplanke.

De fire utviklingstrendene slår inn på noe ulik måte og på noe ulike tidspunkter:

Fenomen	Hendelser	Tidsperspektiv
1) Befolknings-ekspløsjon	50 % befolkningsøkning innen 80 år.	Et faktum FN regner med oppstår rundt neste århundreskiftet, dvs. ca. 80 år (United Nations 2015)
1) Klimaendring	Værendringer som blir mer ekstreme – mer og sterkere stormer og nedbør samt mer tørke. Smelting av polområder og breer, som innebærer heving av havnivået. Flere steder blir ubeboelige.	Er irreversibelt innen ca. 5 til 15 år. Det påstås at 95 % av verdens klimaforskere er enige om disse hovedtrekkene i utviklingen.
2) Skjev alderspyramide	Det går mot to arbeidstakere per pensjonist i Norge. Lignende skjevfordelinger finnes i Vesten, mens skjevfordelinger med motsatt aldersfordeling forkommer i mange av verdens utviklingsområder.	Er p.t. et faktum – og vil toppe seg i Norge om 10 år (SSB 2019).
3) Økende ulikhet (Atkinsen 2015)	Én prosent av verdens befolkning eier 50 % av verdens aksjeverdier.	Er p.t. et faktum – forskjellene har øket de siste 50 år.

Fig 1. Fire utviklingstrender.

1) Befolkningseksplasjon

Det vil bli 50 % flere mennesker i verden om 80 år, dvs. en økning fra 7 milliarder i dag til over 11 milliarder. Befolkningsøkningen bare de neste 15 årene blir på én milliard. Afrikas befolkning doubles innen 30 år. Den røde linjen i figuren nedenfor viser også endringsraten i befolkningsendringen. Fram til om lag 1970 hadde denne hatt en jevn økning i nesten 200 år. Den nådde sin hittil raskeste økning i 1970 med 2,1 %. Etter det har raten sunket og var i 2015 litt under 1,2 %. Prosjeksjonen som er antydnet i figuren, er at befolkningsraten fortsetter å synke ned mot 0,1 og når dette nivået om 80 år. I tilfelle denne framskrivingen stemmer, vil det innebære at befolkningen på kloden passerer 11,2 milliarder. Stabilitet betyr som kjent at død og fødsler må balansere, dvs. tilveksten vil ikke være null før tilvekstraten flater helt ut. I tusenvis av år har antall mennesker på jorden vært godt under en halv milliard. I 2100 vil verdens befolkning ifølge FN passere 11 milliarder. Om vi zoomer inn på de siste 300 år, ser kurven ut som illustrert nedenfor (United Nations 2015):

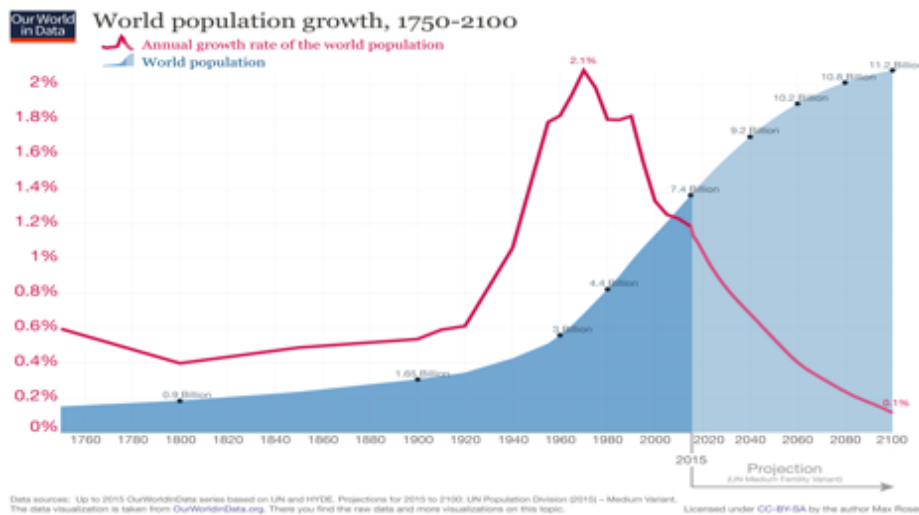


Fig 2. Den historiske befolkningsutviklingen samt den årlige raten i befolkningsendringen (Roser 2017).

Per i dag er vi noe over 7 milliarder. Av disse er det mange som på langt nær har nådd Norges levestandard. Skal disse pluss 4 nye milliarder få en materiell levestandard som er i rimelig nærhet av det vi har, står verden overfor ufattelige utfordringer. Mat, vann, energi, produksjonskapasitet og logistikk er stikkord i denne sammenheng. Selv et scenario der de fleste av våre 4 nye milliarder samboere eksisterer på et minimumsnivå, innebærer store tilpasninger. Man må kunne anta at de flyktningstrømmer som vi har sett de to siste årene til Europa, delvis USA og Australia, vil tilta. Så selv om mange europeiske land etter hvert har balansert ut befolkningsveksten, vil det her ligge store moralske og praktiske utfordringer. Befolkningseksplasjonen er lenge varslet og har med jevne mellomrom ført til offentlig engasjement (Ehrlich 1968); (Marx 2015).

2) Klimatrusse

Klimaproblemene er langt på vei en konsekvens av at vi er blitt svært mange, samt de tre tidligere teknologiske utviklingsbølgene. Utviklingen sett i et historisk perspektiv har de siste vel hundre år den velkjente eksponentielle formen. Klimatruslene (United Nations 2017) henger delvis sammen med befolkningsveksten, men kommer uansett i tillegg. Global oppvarming vil innebære at tørre områder blir tørrere og våtere områder våtere, og trolig generelt mer urolig vær. Nedsmelting av polisbreene er sannsynlig. Et havnivå som stiger, representerer en trussel for mange av verdens storbyer samt lavtliggende befolknings- og jordbruksland. Utbredelse av ørkener gjør nye områder lite dyrkbare og ubeboelige på grunn av varmen. Orkaner og nedbør øker sjansen for katastrofer og påvirker logistikk-systemer. Miljøgifter og avfall representerer allerede problemer i form av forgiftninger (for eksempel DDT og PCB) og forurensning av ulikt slag (mikroplast). Med 50 % flere mennesker kombinert med at mange fattige i dag vil kreve høyere levestandard, skal det desto mer til for å kontrollere forurensningen og ressursbelastningen. Klimaendringer i form av temperaturstigninger har ifølge fagmiljøene allerede startet. Forurensning i ulike former har vært et økende problem i flere tiår.

Man har i prinsippet to muligheter for å møte utfordringene:

1. Å hindre eller forebygge virkninger ved å endre atferd før katastrofen.
2. Å reparere etter at katastrofen er et faktum.

En del av klimautfordringene kan kompenseres i forkant med teknologisk utvikling og videre utvikling av infrastruktur. Tvangsmessige eller frivillige avtaler om å justere utslipp av diverse stoffer (for eksempel CO₂) har bare delvis vært vellykkede. Bekymringen er at når problemene blir såpass store at verdens viktigste og største byer blir truet direkte, vil dette øke motivasjonen for tiltak, men ifølge klimaforskerne tilsier tidsforsinkelsene i forurensningseffektene at dette vil være for sent. Klimaproblemene innebærer at ukjente, men store befolkningsgrupper vil flytte på grunn av mangel på vann og mat, samt at deres leveområder blir ubeboelige.

3) Skjeve alderspyramider

En velkjent utfordring er knyttet til en stadig eldre befolkning, som vi kan lese ut av profilene over befolkningenes alderssammensetning ((SSB) 2019, sentralbyrå 2019, SSB 2019).



Fig. 3. Befolkningsammensetningen i Norge i henholdsvis 1920 og 2020.

En stadig større del av befolkningen blir eldre, mens den arbeidende og skattebetalende del av befolkningen blir relativt sett mindre. Færre yngre er i jobb, og flere eldre har krav på pensjon. De eldre lever stadig lenger, og kombinert med medisinske nyvinger stiller de større krav til helse og overlevelse. Å holde den eldre befolkningen i live blir raskt et merkbart kostnadsspørsmål. Aldersfordelingen gir oss i utsikt at det blir relativt sett færre unge og flere gamle. De gamle har krav på pensjoner, de blir mer kravstore, de lever lenger og blir kostbare å holde i live. Økende skjevfordelinger legger ytterligere press på den økonomiske situasjonen. Relativt sett færre skal betale for stadig flere. Disse effektene vil materialisere seg i neste generasjon. Slike alderspyramider ser man primært i den vestlige verden. Utviklingsland med unntak av Kina har en pyramide som ligner mer på den fra 1920. Problemet som allerede er synlig i slike land, er stor arbeidsløshet. Økonomien har ikke holdt tritt med befolkningsveksten. Arbeidsløshet har som konsekvens større migrasjon som går mot mer velstående

land – gjerne Europa og USA/Canada. Man ser også tendenser til en stor svart økonomisk sektor pluss sosial uro som negative konsekvenser.

4) Skjeve inntekts- og formuesfordelinger i verden

Her sakser vi fra oppsummeringen fra en konferanse i Beograd i 2017 (Kocovic 2017):

The wealth of the richest 62 people has risen by 45% in the period 2010–2015. (More than half a trillion dollars (\$542bn), to \$1.76 trillion). Meanwhile, the wealth of the bottom half fell by just over a trillion dollars in the same period – a drop of 38%.

Ellers ser vi også at ulikhetene er ujevnt fordelt på verdensdeler og ulike land. Gini-koeffisienten viser grad av ulikhet i vedkommende land. Verdien 0 viser til ingen ulikhet, mens verdien 1 viser til at én person har kontroll på landets samlede ressurser (Wikipedia gir en grei forklaring på Gini-koeffisienten). I pakt med våre forestillinger ser vi at verdiene i de nordiske land er jevnest fordelt, dernest i resten av Europa, mens ulikhetene er størst i Asia og Sør-Amerika. Afrika er bare representert ved Sør-Afrika som trolig er et av de mest egalitære landene i denne verdensdelen.

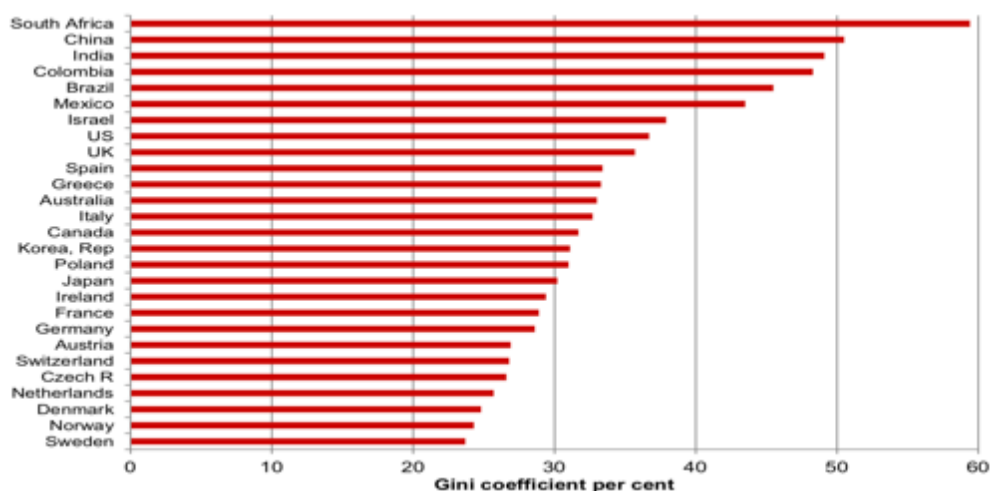
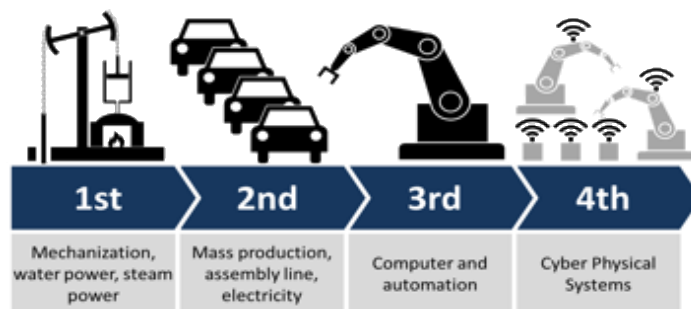


Fig. 4. Gini-koeffisienten viser grad av skjevfordeling av formue i vedkommende land.

Industri 4.0

Industri 4.0 er under utvikling, og mange hevder at dette representerer den største utfordringen næringslivet har hatt siden først forbrenningsmotoren og senere elektrisiteten gjorde sitt inntog. Industri 4.0 er den antatt fjerde store innovasjonsbølgen. Industri 4.0 bærer med seg et løfte om å koble millioner av mennesker sammen i digitale nettverk, dramatisk forbedre organisasjoners effektivitet, og til og med håndtere ressurser på en måte som kan rette opp skaden påført miljøet av de tidligere revolusjonene, men også faren for at organisasjoner ikke kan tilpasse seg, at det offentlige ikke klarer å regulere nye teknologier godt nok, maktkonsentrasjon som skaper sikkerhetshensyn og økende ulikheter (Schwab 2016). Det finnes mange framstillinger av de fire bølgene. Drivkreftene bak de store teknologiomstillingene er det imidlertid i all hovedsak enighet om (Zenith Systems 2015). Illustrasjonen nedenfor er kopiert fra en artikkel av Drath og Horch (Drath 2014).



(Wikipedia)

Fig. 5. En illustrasjon av de fire teknologiske hovedskiftene.

Den første industrielle revolusjonen var basert på *mekanisering* og tok form på 1800-tallet. Dampmaskinen koblet med bruk av jern og stål bedret produktiviteten enormt både i produksjon og transport. Den neste industrielle revolusjonen, omkring 1900 og framover mot andre verdenskrig, ble båret fram av elektrisiteten og forbrenningsmotoren, etter hvert også samlebåndet og *masse-produksjon*. Igjen fikk vi en formidabel produktivetsgevinst sammen med mange innovasjoner som endret forbruksmønstre og livsvilkår for de fleste. Den tredje industrielle revolusjonen foregår ennå og knyttes primært til *digitalisering*: introduksjon av elektronikk, databehandling og Internett. Industri 4.0 er tenkt som den videreføring vi ser, der man i stor skala tar i bruk mulighetene som er utviklet til å kommunisere, bearbeide enorme datamengder og robotisere på de fleste av våre livs- og arbeidsområder. Integrasjon av informasjonsteknologi i alle former blir ofte omtalt som *cyber-fysiske systemer*. Det er denne utviklingen i form av koordinering og integrasjon knyttet til cyber-fysiske systemer som kan representere det nye kvantespranget i teknologisk utvikling.

Litt tettere på Industri 4.0

Noen av de teknologiske utviklingsretningene som i dag er tydelige og som kan antas å være viktige i framtiden, er listet nedenfor. En drivkraft er lynraske prosessorer, større og raskere lagerkapasitet, kjappere busser samtidig som kostnadene reduseres dramatisk.

	Teknologier	Virknings/konsekvenser
1	Internett	Verdensomspennende kommunikasjons- og datahåndteringssystem som distribueres via fiberoptikk, klassiske ledere eller radiosignaler. Alt som kan digitaliseres, kan distribueres til alle som har Internett- eller telefontilgang eller andre relevante mottakere.
2	Kunstig intelligens (AI)	Algoritmer som kan lære og kan korrigere sin egen algoritme. Beslutningssystemer for oss forbrukere samt for bedrifter og offentlig virksomhet (politiske systemer, skattesystem, NAV-systemer, helsesystemer, politi og overvåking, tekniske etater, budsjettering, planlegging etc.).
3	Tingenes Internett	Sensorer som er koblet til Internett, bygges allerede inn i kjøleskap, biler, strykejern, TV-er, vann-, avfalls- og toalettssystemer, strømmålere, klokker, briller, klær, høreapparater, pacemakere etc. Alt kan dermed overvåkes og styres over Internett. Utviklingen synes å ha eksponentielt omfang.
4	Stordata (Big-data)	Analyse av store datamengder for å lete etter mønstre: Store stjernehopet og kosmiske signaler, partikkelstrukturer, all verdens telefonsamtaler, språkoversetning, forbrukerdata/markedsdata, forbrukeratferd og endringssignaler i kulturer og samfunn etc. Sikkerhetsutfordringene kommer til å bli store – noe som for øvrig gjelder flere av de andre punktene.
5	Kvante-programmering	Nye sprang i hastighet og datamengde som kan lagres og prosesseres. Kvantefysikken innebærer også at prosesser kan ha flere utfall, og her kan et potensial i algoritmer ligge for transcendering.
6	3D-printing	Nye designformer og lokale produksjonsmåter i flere typer materialer. Lokal produksjon gjøres mulig på nye måter.
7	Selvstyrende transportmidler	Personbiler, lastebiler, båter, tog, undergrunn, Elon Musks «Hyperloop», droner, fly og raketter, science fictions partikkelkopiering?
8	Virtuell og utvidet virkelighet	Ved hjelp av VR-briller og mobiltelefoner kan virtuelle verdener oppleves, og man kan legge et lag med informasjon på den virkelige verden for å forbedre den. Dette kan dele opplevelser med en større del av jordens befolkning, men kan også føre til sosial isolasjon.

Fig 6. Industri 4.0-teknologier.

Cyber-fysiske systemer (CFS) – etiske og kontrollmessige grenser

Det er primært i integrasjon og koordinering mellom de ulike åtte områdene vi finner begrunnelsen for å omtale dette som en ny industriell revolusjon. Maskiner designer og bygger maskiner. Datamaskiner lager enda mer avanserte datasystemer enn det de selv er. Algoritmer kan kommunisere med andre algoritmer, datamaskiner kan mobilisere andre datamaskiner for å danne nye mønstre og få nye funksjoner. Smarttelefonen, det selvstyrende flyet og det selvstyrende missilet er realiteter, og den selvstyrende bilen er under utprøving. De fleste medier dokumenterer og lagrer i dag løpende alt de foretar seg. Det finnes privatpersoner som filmer og arkiverer hvert sekund av hva de selv gjør, samt monterer kamera på avkommet slik at de skal kunne spole tilbake og se hele sitt liv dersom de senere i livsløpet skulle ha slike ønsker. Neste stadium er at alle disse apparatene og funksjonene kan integreres og kommunisere seg imellom eller styres samlet over Internett. Vi vil se flere og smartere produkter, smarte hus og smarte produksjonsanlegg som er selvdiagnostiserende og har lite behov for vedlikehold. Forskere er p.t. i gang med å tenke ut og designe smarte logistikksystemer, smarte fabrikker, smarte byer, smarte kommuner og smarte stater. Og styringen kan være gjort av algoritmer som kan lære og oppdatere seg selv – (AI) kunstig intelligens. Dette utgjør det man etter hvert har begynt å omtale som cyber-fysiske systemer (CFS) (Bauernhansl 2014). En grei innføring og oversikt over Industri 4.0 finnes her: (Zenith Systems 2015).

Arbeidsplasser blir borte

Ingeniørene beskriver de teknologiske skiftene, og økonomene forsøker å forklare hvorfor vi får dem. En negativ side ved denne utviklingen er at arbeidsplasser blir borte som resultat av denne teknologiske utviklingen. De mest pessimistiske spår at Industri 4.0 vil eliminere 9 av 10 arbeidsplasser (Zenith Systems 2015). En studie utført av forskere ved Universitetet i Oxford (Frey 2013) har estimert at nesten halvparten av jobbene i USA står i faresonen. Konklusjonene deres er oppsummert slik:

According to our estimates, about 47 percent of total US employment is at risk. We further provide evidence that wages and educational attainment exhibit a strong negative relationship with an occupation's probability of computerisation.

Disse forskerne vurderte til sammen 702 yrker. De yrkene som hadde minst sannsynlighet for å forsvinne, var terapeutiske/medisinske. I den andre enden av skalaen var en del typisk manuelle yrker, men primært yrker som innebærer å holde rede på penger og legge inn informasjon i systemer innen bank og forsikring samt skattemyndigheter.

World Economic Forum (Forum 2016) har utformet en rapport som er mer nyansert. Den viser like fullt til dramatiske endringer på tvers av næringer. I en litteraturstudie av hvordan Industri 4.0 vil påvirke sysselsettingen, viser Anne-Marie Scholz og Hans Verbeek at ledende forskere på dette feltet forutser temmelig ulike sysselsettingseffekter (Bundesministerium-für-Arbeit-und-Soziales 2015). Alle er enige om at Industri 4.0 vil ramme de fleste næringer og ha dramatiske konsekvenser.

Oppsummert: Utviklingstrender og opphopningseffekter

Alvoret i hver og en av disse utviklingstrendene er tydelig. Problemene som følger av utviklingen, kan oppsummeres slik:

- a) Mangel på mat og vann for store befolkningsgrupper i enkelte områder.
- b) Mangel på bærekraftig energi.
- c) Økende migrasjon fra fattige og ubeboelige områder mot områder med bedre levekår.
- d) Sosial uro i store deler av verden – også i utviklede områder med betydelige forskjeller.
- e) Digitalisering innebærer produktivitetsøkning som medfører reduksjon i antall arbeidsplasser.

Vi aksepterer de fire første utviklingstrendene, befolkningsvekst, klimatrusler, aldersmessige skjevfordelinger og ressursulikheter, som referanse. Vi aksepterer også at utviklingen til dels er preget av opphopningseffekter. Klimaendringer, mangel på mat, vann og energi samt sosial uro og

massemigrasjon vil kunne forsterke hverandre og opptre i de samme områdene. Utviklingstrendene beskrevet ovenfor regner vi som de beste gjeldende estimater. Vi går ikke videre inn i detaljer. Vårt fokus rettes mot hvilken rolle «den femte utviklingstrenden» – Industri 4.0 – vil kunne representere, som en problemforsterker eller løsningskatalysator.

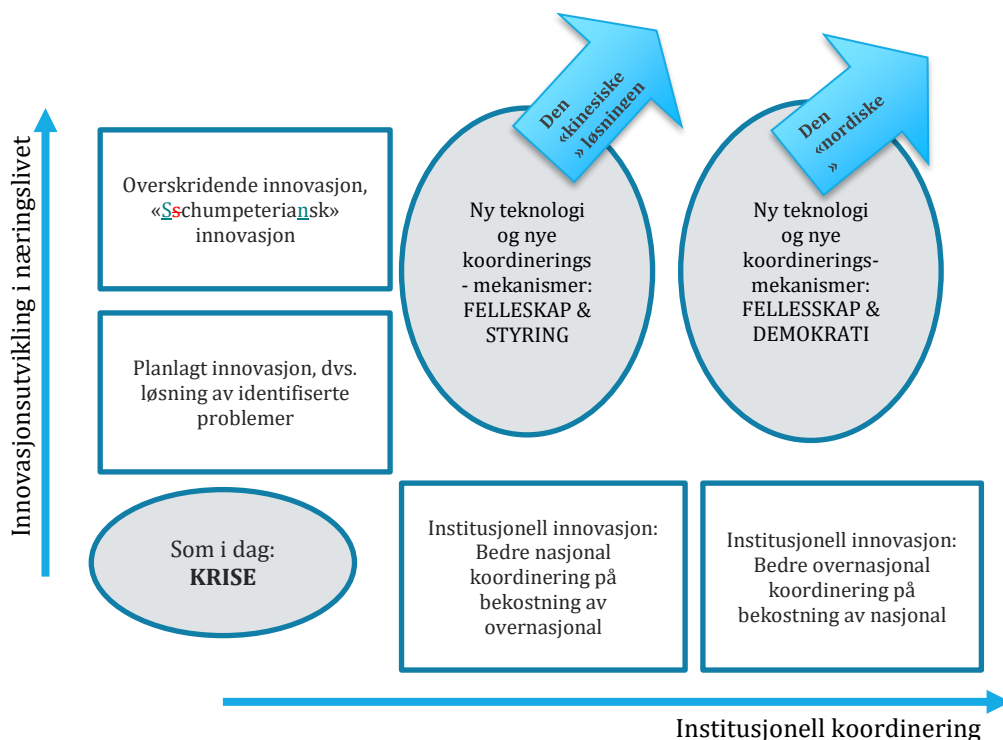
Det historiske løsningskjema

Om vi holder oss på et overordnet analysenivå, lå løsningsmulighetene for tidligere teknologiske skifter hovedsakelig i to retninger:

- A. Institusjonell innovasjon (nye institusjonelle koordineringer av menneskers atferd)
- B. Forretningsinnovasjoner (nye forretningsmodeller og ikke minst nye teknologiske løsninger, varer og tjenester)

Disse to hoveddimensjonene har gått igjen historisk ved de tre tidligere skiftene. På alle nivå har vi sett institusjonelle endringer og tilpasninger fra lokalt til globalt nivå. Bedrifter oppstår og justeres i størrelse og tilpasningsevne. Lover og forskrifter i de enkelte land justeres og tilpasses etter hvert som det nye næringslivet og de nye institusjonene vokser fram. Og vi har sett ulike tendenser til overnasjonale institusjoner bli etablert og justert. I figuren nedenfor har vi valgt å skille mellom to institusjonelle hovedscenarier som vektet nasjonale og overnasjonale institusjoner ulikt. Vi antar at de utfordringer som er beskrevet i denne artikkelen, er av et slikt omfang og en slik karakter at man uansett må se for seg overnasjonale løsninger som det viktigste elementet.

Den andre dimensjonen viser til grad av nyskaping i næringslivet, og vi skiller mellom en planlagt probleminitiert innovasjonsprosess og en «Schumpeteriansk» omstilling. Den siste viser til at innovasjoner alltid innebærer usikkerhet. Det ikke er mulig å planlegge utvikling og utnyttelse av radikale innovasjoner. Det er dette som gjør dem til nettopp radikale innovasjoner.



Figur 7. Skjematisk løsningskjema.

Institusjonelle redningsplanker?

Institusjonelle innovasjoner må åpenbart fokusere på å få utformet og implementert overnasjonale koordineringsmekanismer som kan styre fellesskapet mot bedre koordinering for å bekjempe den truende utviklingen. Dette er redningsplanke nummer 1. I dag ser vi FN som den ene og mest overordnede muligheten. Det finnes også andre nasjonsovergrepene organiseringer som angår handel, politiske fellesinteresser, forskningssamarbeid eller nødhjelp, som det er mulig å trekke vekslers på, men FN har i dag en særstilling på grunn av omfang og politisk prestisje – om enn ikke fullt akseptert i alle politiske leirer. Utfordringen med å overføre kompetanse, makt og tilstrekkelige ressurser til FN er i seg selv formidable. I dag ser vi tendenser til å fokusere mer nasjonalt på bekostning av et overnasjonalt perspektiv. Litt grovt sagt ser vi konturene av at «nasjonal, sentralisert styring» står imot et system preget av «overnasjonalt demokratisk samarbeid og koordinering». Store og viktige land som Kina, Russland, Saudi-Arabia, Iran, Tyrkia – og kanskje USA – går tilsynelatende i den første retning. Når klima, sosiale uro og migrasjonsproblemer blir mer truende og udiskutabelt synlige, er det mulig at slike institusjonelle endinger også vil bli mer markante. Bevegelse mot nasjonal egoistisk styring med fokus primært på egen overlevelse blir en økende fare. Det internasjonale samfunn må gjøre vanskelige valg. Et sentralt spørsmål er om det er mulig å opprettholde både demokratisk styresett og overnasjonale løsninger når utfordringene vi har beskrevet over, blir betydelig mer påtrengende.

Forretningsmessige innovasjoner?

Redningsplanke 2 er innovasjoner i «Schumpeteriansk» forstand. Krisen kommer ved at digitalisering medfører produktivitetsgevinster som bidrar til at virksomhetene har færre i arbeid, som igjen medfører at lønninger tapes eller reduseres og etterspørselen faller. Den økonomiske krisen er et faktum. Redningsplanken blir som før at produktivitetsgevinster kompenseres med hensyn til arbeidsplasser gjennom ny teknologi og innovasjoner, gjerne kombinert med endrede politiske og sosiale strukturer. Nye bærekraftige forretningsmodeller, varer og tjenester skapes og utvikles, som raskt inspirerer kapitaleiere og myndigheter til fornyet satsing og investeringer. Gjennom dette skapes og formes det framtidige næringsliv som forhåpentligvis kan sysselsette og redistribuere ressurser på en slik måte at en betydelig større befolkning kan overleve på en anstendig måte. Menneskene må også justere livsstil og forbruksmønster. Utfordringen er formidabel, men det er den eneste humane farbare vei. Alle andre løsninger vil logisk innebære destruksjon i ulik grad og form – bevisst strategisk eller gjennom alles kamp mot alle.

Men vi kan ikke spise algoritmer!

Digitalisering og cyber-fysiske systemer (CFS) kan ikke alene være løsningen. Mangel på bærekraftig energi, mat, vann og beskyttelse må løses av *andre teknologiområder* enn digitalisering, men digitalisering vil fungere som *katalysator*. Vi kan ikke spise eller drikke algoritmer. Vi får ikke mindre nedbør, færre orkaner eller mindre nedsmelting ved Internett-oppkoblinger. Vi får bedre oversikt og får øye på mønstre ved hjelp av «Big Data», men vi får ikke færre eldre eller flere unge bare ved å kunne analysere uhorvelige datamengder. Vi får i alle fall ikke flere bedrifter og flere arbeidsplasser bare gjennom digitalisering og rasjonalisering.

Nedenfor har vi skjøttet på tabell 8 med godt kjente og stadig aktuelle og forsknings- og utviklingsområder som vi kan se er nødvendige for å møte de nevnte utfordringer. I tabellen er det antydning hvordan de ulike områdene vil kunne hjelpe fram løsninger på de akutte utfordringer i form av å håndtere

- mat- og vannmangel
- tilstrekkelig bærekraftig energi
- stabilisere klima- og miljøendringene
- sosial uro
- migrasjon og integrasjon
- bortfall av arbeidsplasser og dermed lønninger og kjøpekraft

Opgaven er – som nevnt ovenfor – todelt:

- Møte disse utfordringene direkte med forebyggende og kompenserende løsninger.
- Gjennom innovasjoner utvikle nye og bærekraftige og vekstkraftige næringer som kan holde økonomien i gang.

	Kompetanse-områder	Tiltak og effekter
1	Nanoteknologi/ miniatyrisering	Miniatyrisering av det meste – ikke minst innen medisin, instrumentering, alle former for måle- og registreringssonder, roterende maskiner og datamaskiner og nye vedlikeholdssystemer blir redusert dramatisk. Alt fysisk innhold i datamaskiner har allerede gjennomgått en fenomenal miniatyrisering – fra transistoren til microchipen. Nanoteknologi innebærer at man tar steget ned mot molekyl- og atomnivå i forminskningsprosessene.
2	Materialteknologi /nye materialer/ gruvedrift og metallurgi	Nyvinninger som vil påvirke alle områdene ovenfor. Nye materialer (kompositter) med bedre og nye egenskaper (lav vekt, strekkfasthet, hardhetsgrad, kulde- og varmetålingsevne, ledningsevne, formingsevne, magnetiseringsevne, syre- og oksideringsresistens) som kan brukes i alle apparater, utstyr og produkter – også for datalagring og -prosessering. Materialer med hukommelse finnes allerede i dag.
3	Fysikk – nye energiformer, energilagring og -transport Partikkel- forskning	Sol-, vind-, biomasse- og hydrogenenergi utbygges og forbedres. Batteriteknologi, kondensatorteknologi, kjemiske prosesser og bassengvarianter, jord- og havvarme. Alle energisystemer blir mer fleksible og kosteffektive. Flere overføringskabler gjør energiutveksling mer fleksibel og effektiv. Trådløs overføring av energi er utviklet for forbrukelektornikk og for stekeovner. Trådløs overføring (via laser eller kortbølge) vil bety større fleksibilitet og rimeligere overføringskostnader. Fisjons- og fusjonsprosesser for å skape nye energiformer. Laser- og partikkelsveising som innebærer nye og bedre måter å bygge metallskall/-kropper som biler, fly, romkapsler, siloer etc. Applikasjonsforskning på magnetisme og rørtransport og kan gi raskere og sikrere logistikk både for mennesker og nyttelester.
4	Kjemi/biologi – utvikling av og massefabrikasjon av biomasse/ proteiner som menneske- og dyreføde	Å designe prosesser som skaper menneskemat (spesielt proteiner) uten bruk av dyre- og fiskehold. Proteiner skapes gjennom fabrikker som nytter tang, planter og bakterier, samt kjemiske produkter som gir mat med en brøkdel av de negative konsekvenser vi får med dyrehold, knyttet til energibruk og utslipp/negative klimaeffekter.
5	Bioteknologi og genteknologi – samt neurologi	Biologi og genmanipulering angår det meste av levende materie. Et sentralt punkt her er mat- og vannproduksjon. Omlegging fra protein gjennom dyrehold til protein direkte fra fotosyntesen er antakelig en nøkkel til å kunne gi mat til en voksende befolkning. Her finnes i dag teknologiske løsninger, men en dramatisk omlegging fra dyrehold til dyrking av biomasse i form av planter og tang som er nødvendig, ser ennå forholdsvis tung ut. Ellers vil bioteknologi i seg selv også utvikles innen farmasi, genmanipulasjon og -arkitektur. Vi er nye næringsstoffer/mat, forbedret helse, forebygging, forlenget liv, kosmetiske produkter, slanking, dyrehold/-helse, ny mat, vekstfremmende avlinger, sopp- og insektsbekjempelse. Helsemessig er et sentralt punkt kobling mellom levende vev og andre fysiske deler som kunstige organ, kunstige lemmer, datateknologi som støtte til nervesystemet. Elon Musk har satt i gang et større forskningsprosjekt for å knytte den menneskelige hjerne til all verdens databaser.

6	Farmakologi/ medisin	På de fleste forskningsområder finnes det to trender: overlevelsesforskning og velstandsforskning. Et av de store forskningsområdene er farmakologi, for å finne fram til nye og bedre medisiner og vaksiner. Forebygging og reparasjon av epidemier og sykdommer vil kunne berge mange og bedre livsvilkår for millioner. Forskningen har også store avleggere til det kosmetiske området der man forsøker å forskjønne, glatte ut, farge, øke hårvekst etc. Menneskets behov for å se ut og føle seg bedre er åpenbart stort. Forskning på kosttilskudd er en del av feltet som også vokser. Denne delen vil kunne gi økonomisk vekst og arbeidsplasser
7	Fysiologi/ idrettsforskning	Forskning på toppidrettsutøvere er etter hvert blitt noe alle idrettsnasjoner driver med. Når man over tid har fått større innsikt og gode resultater, har dette ekspandert forskningen til hvordan «normale» mennesker skal holde seg i form, holde kroppsvekten, redusere mafeffekt, optimalisere menyen av enzymer og sekreter og i det hele tatt være sunne og få et langt liv.
8	Medisin/ sykepleie/geriatri	Medisin dekker deler av de andre områdene, men her tenker vi primært på diagnose og reparasjon i form av kirurgi og medisiner. Legevitenskapen er rimelig godt kjent. Sykepleie kanskje ikke så velkjent. Aldersbølgen som har vært forutsett lenge, er på vei til å realiseres. Det blir flere eldre og relativt sett færre som kan gå inn i omsorgsyrker. Det forskes innen sykepleie for å finne fram til hjelpemidler/metoder for å håndtere eldrebølgen (for eksempel roboter), men også for å bedre kvaliteten på pleie og gi pasienter et bedre, mer innholdsrikt og verdig liv. Forebygging vil massivt tvinge seg fram i større grad. Vi må ta større ansvar selv gjennom kosthold, trening og livsførsel. Applikasjoner spinner ut fra både private og offentlige omsorgstjenester.
9	Samfunns- økonomi/ sosiologi/ sosialantropologi	Utforskning av migrasjonsårsaker og migrasjonsstrømmer samt verktøy for integrasjon mellom folkegrupper. Utvikling av spillteori og maktmodeller brukt i en samfunnsmessig sammenheng både for å løse kriser og for å stabilisere etter endringer.
10	Psykologi/ sosialpsykologi/ krisehåndtering	Å utforske menneskesinnet ved klassisk forskning gjennom eksperimentering, testing og observasjoner foregår ved de fleste universiteter. Dette er supplert med bruk av teknologi som kan måle mønstre av hjerneimpulser, avsløre sinnsstemninger og finne fram til arbeidsdelingen som foregår i den menneskelige hjerne og nervesystemet. En beslektet forskning foregår på yoga- og meditasjonsformer. Applikasjoner nedfelles i å håndtere stress, kriser og store endringssituasjoner. Slike verktøy blir spredd gjennom behandlere, rådgivere, kurser, YouTube-filmer og bøker.
11	Underholdnings- og pedagogisk forskning	Basert på digitaliseringsteknologien er det etablert et stort internasjonalt utviklingsmiljø for å bruke teknologien til å produsere kunst, kultur og underholdning. Det som synes å vokse mest, er spillutvikling i ulike former. P.t. drives utvikling av virtuell virkelighet med tredimensjonale kjempeskjermer eller briller av alle de store dataleverandører. Deler av denne kompetansen blir også brukt for å utvikle nye pedagogiske verktøy. Tredimensjonale avbildninger av kroppsdel/organer som kan manipuleres, brukes av sykehus til bedre opptrening. En virtuell virkelighet brukes også i trening av piloter, sjøfolk, bilførere og andre maskinoperatører.
12	Økologi-/miljø- og klimavitenskaper	Økologi, meteorologi, glasiologi og flere andre vitenskaper studerer klima- og miljøendringer. Et sentralt prosjekt er forsøket på å finne fram til de mest effektive tiltak for å stabilisere en utvikling mot en varmere verden. CO ₂ -fangst er p.t. det mest aktuelle virkemiddelet. Andre tiltak kan settes inn mot andre deler av klima- og miljøproblemene.

Fig. 8. Eksemplifisering av kjente forskningsområder som sammen med Industri 4.0-teknologi som katalysator vil kunne gi grunnlag for nødvendige innovasjoner – og overlevelse.

Nanoteknologi (lysegrått felt) er et område – som digitalisering – som gjør andre innovasjoner mulig og brukbare. At målesonder, instrumenter og maskiner er ørsmå, vil utvide bruksområdene for mye av dagens teknologi. Nanoteknologi innebærer en forminskning ned mot molekylnivå som betyr at bruksområdene utvides til områder som til nå på grunn av størrelse har vært utilgjengelig for teknologiske løsninger.

Materialteknologi (mørkegrått felt) er et viktig felt som også vil ha katalytisk funksjon. Dette representerer de grunnleggende områdene om hvordan materien er konstruert og kan manipuleres.

Materialteknologi har mange underformer. Metallegeringer og komposittmaterialer med forbedrede egenskaper for å tåle alle former for belastninger er åpenbart viktig innen militærindustri, transport (inklusive fly, rørtransport og romskip) og alle former for mekanisk/elektronisk bearbeiding. Og materialer som kan integreres med eller erstatte *biologisk vev*, kan influere på muligheter for å reparere og forbedre alle former av liv – inklusive mennesket selv. Som for de andre eksemplene er det utviklet nye produksjonsmåter og nye produkter. Andre og bedre materialer bidrar også til at de fleste andre teknologiområdene i denne tabellen kan utvikle seg videre.

De to neste radene i figur 8 (blå) angår energiproduksjon, lagring og transport. For at kinesere, indere og afrikanere skal kunne ha omtrent den samme velstand som oss, vil vi måtte innse at energiproduksjonen må økes samtidig som klimaforskerne mener at atmosfæren ikke tåler mer eksosgasser fra kull og olje. Her vil det måtte foregå drastiske endringer som vi i dag bare ser starten på. Overgangen til grønn/fornybar energi er avgjørende for å beholde en klode slik vi kjenner den i dag. Igjen er det viktig å merke seg at også disse teknologiområdene må legge sitt eget kompetansemessige grunnlag for innovasjoner og ny virksomhet. Per i dag finnes det «grønne» løsninger for de tre livsnødvendighetene mat, vann og energi. Spørsmålet er om man kan ta i bruk slik teknologi raskt nok og med tilstrekkelig industrielt volum til at man rekker en omlegging før problemene blir uløselige.

Vi har videre tatt med fem utviklingsområder som alle er «menneskenære» vitenskaper og har et stort applikasjonspotensial. Biologi, genteknologi, fysiologi, psykologi, medisin og sykepleie er alle områder som er i rask utvikling. Ingen av dem er nye, men alle er preget av nye innsikter og nye applikasjoner; nesten alle kan fremmes av og kombineres med digitalisering. Typisk her er nye og effektive diagnoseverktøy, instrumenter og behandlingshjelpemidler. Datamaskiner hjelper med identifikasjon, analyser, beslutninger, systematisering av kompetanse, kommunikasjon og operasjons-roboter.

En sentral del av bioteknologien angår genmanipulasjon, spesielt av mennesket selv. Hvordan vil dette kunne påvirke våre innprogrammerte egenskaper enten det gjelder sykdommer eller menyen av evner vi kan utstyres med? Er det mulig å påvirke aldringsprosesser og/eller intelligens samt hvor robuste vi kan bli mot resistente bakterier? De siste åre har brakt denne teknologien flere froskehopp framover.

Et annet spennende område er forskningen på grensesnittet mellom menneskekroppen og kunstige organer og lemmer. En kjerneutfordring er å finne ut hvordan vi kan tolke hjerneaktivitet og nerveimpulser samt omsette dette til beskjeder til kunstige organer og lemmer. Det siste jeg vil nevne, er ekstremopplevelser i ulike former (utendørs og innendørs). Dette er en blanding av turisme og underholdning som vi finner igjen i alt fra berg-og-dal-baner og keiting til fallskjermhopping, Birken og triatlon. Tålegrenser, arenaer, utstyr og klær er resultat av mye utviklingsarbeid. Her ser vi kanskje først og fremst nye tjenester, nye produkter og nye jobber.

Den artistiske utvikling (rødt felt) har fått nye formings- og eksponeringsmedier. Spillindustrien, som var ikke-eksisterende for få år siden, har nå skaffet kreative jobber til hundrevis av unge mennesker, også i Norge.

Nye teknologier representerer nye løsninger og endrede etterspørselsmønstre

Et viktig poeng med tabellen er å vise til at digitalisering ikke er «løsningen». Mange i dag har stor tro på digitalisering som redningsplanke og legger opp undervisnings- og forskningsløp deretter. Vi tror imidlertid at de bokstavelig talt spiselige løsningene ligger innen andre fagområder, men at digitalisering kan være et hjelpemiddel for å sprengte nye grenser. Tverrfaglighet vil trolig være det mest sentrale trylleordet for framtidige bærekraftige løsninger.

Bedret produktivitet er en viktig side med innovasjoner. Hver og en av disse 12 teknologiområdene er godt kjente, og de har allerede gitt menneskeheten mange nye muligheter. Innen hvert område forskes og utvikles det stadig med tanke på overskridende løsninger, bedre behovstilfredstillelse, nye og nyttige tjenestetilbud og produkter. Disse teknologiene er med andre ord allerede en del av Industri 3.0. Den

digitale teknologien vil åpenbart bedre produktiviteten, men vi må ikke bli blind for den innovasjonsflora som eksisterer parallelt med den digitale utviklingen.

Når vi ser på tidligere erfaringer med teknologiforbedringer og -skifter, så har vi erfart som en konsekvens at vi får nye varer og tjenester, nye løsninger på «gamle» problemer, nye redskaper, nye anlegg og nye forretningsmodeller. *Innovasjonene kompensere* etter hvert for produktivetsgevinsten som tas ut i jobbreduksjoner. Den trivielle løsningen på framtidens skrekkscenario om jobbutrydding er altså som tidligere: innovasjoner! Nye varer vil innebære nye forbruksmønstre. Og nye varer og tjenester vil gi nye produksjonsvirksomheter og nye arbeidsplasser. Med andre ord kan det finnes en Schumpeteriansk løsning på krisen. Overgangene kan bli smertefulle, men i det store bildet vil Peter A. Schumpeter spå at denne typen krise avløses av geniale nyvinninger, av etterspørselsinnovasjoner og etter hvert oppgang.

Oppsummering og avslutning

Artikkelen peker på noen av de dilemmaer og spørsmål som Industri 4.0 reiser – ikke isolert, men i den samfunnsmessige kontekst som allerede er tydelig. Usikkerheten ved teknologiskifter er stor. Industri 4.0 er en teknologisk utvikling som man ser som en fortsettelse av den digitalisering som har vokst fram de siste 30 år. Utfordringene som diskuteres mest, er den konsekvens vi allerede ser gjennom at disse teknologiene hver for seg og spesielt når de bygges sammen, kan bedre produktiviteten formidabelt. De har også så langt ført til forbedringer og innovasjoner. Roboter, coboter og kunstig intelligens kan designes til å gjøre det meste av produksjons- og tjenesteleveranser i et samfunn.

Industri 4.0 blir imidlertid ofte diskutert isolert. Industri 4.0 vil ikke utvikle seg i et vakuum. Diskusjonen om Industri 4.0 påpeker ofte det store tap av arbeidsplasser som vil komme. Historisk har utviklingen ved tidligere store teknologiskifter vært at «gamle jobber» blir erstattet av nye produkter, nye tjenester og nytt etterspørselsmønster – som slik har skapt nye jobber. Vi har så langt ved de tre forutgående industrielle skiftene alltid kommet bedre ut materielt sett enn vi var før skiftet. Vi har parallelt med det teknologiske skiftet fått institusjonelle tilpasninger og justeringer på bedrifts- og nasjonsnivå. Det som er nytt og skremmende, er at Industri 4.0 utvikles i en kontekst preget av fundamentale trusler menneskeheten aldri har sett tidligere. Ingen kan ha peiling på hvor langt vi er kommet i en eventuell overgangsfase mot en «ny» virkelighet. Spørsmålet blir kanskje mer hvordan vi *skaper* fremtiden heller enn hvordan vi tilpasser oss den. Og i hvor stor grad trenger vi de synlige hender, dvs. virksomhetsentreprenører og politiske entreprenører? Å stole på at de usynlige hender skal bringe oss trygt gjennom de neste to generasjoner, er selvsagt et sjansespill. Derfor vil nok mange legge vekt på institusjonelle og synlige hender gjennom koordinering på ulike nivå.

Befolkningsekspløsjonen kan vi forutse. Det samme gjelder den skjeve aldersfordelingen. Til en viss grad gjelder dette også klimautfordringene og ulik fordeling av materielle goder både innad i enkeltland samt mellom statene. Det vi derimot ikke kan forutse, er hvordan mennesker reagerer når krisetegnene blir tydeligere. Hvordan vil dette slå ut i sosial uro, migrasjonsstrømmer og krav om systemendringer? Vi kan heller ikke forutse radikale innovasjoner. Da hadde de ikke vært innovasjoner. Vi har lite peiling på hva som venter oss, og følgelig vet vi heller ikke hvor langt vi er kommet i de teknologiske skiftene. Er det mulig å tilpasse befolkningsendringer til naturen, klimaet og de institusjonelle strukturer og til eksisterende maktforhold? Er våre demokratiske analytiske og planleggende arbeidsmåter brukbare i slike overgangstider? En beslektet utfordring knytter seg til planleggingshorisont. Myndigheter må planlegge holistisk og om mulig langsiktig. Planen bør være fundert på verdier og mål. Innenfor etiske/moralske rammer må vi imidlertid handle raskere og akseptere prøving og feiling. Forskning og utvikling må prioriteres høyt siden vi trenger nye og bedre løsninger. Industri 4.0 bør kanskje forseres heller enn unngås. Utover mulige politiske innovasjoner er det her i *tverrfagligheten* vi tror at håpet ligger – i Industri 4.0/CFS-revolusjonen pluss de nevnte fagområdene i figur 8. Og siden vi vil få nye utfordringer, er det mulig at vi også må revidere tidligere rammer for forskning. Åpenbare kandidater er genmanipulering av planter, dyr og mennesket selv. Teknologiske grenser knyttet til kunstig intelligens

er et annet område. På bedriftsnivå eksisterer stadig rivaliseringen mellom de ulike parter som deltar på de aktuelle kommersielle arenaer. De mindre økonomiske bølger vil komme med kortere frekvens og blir viktige for et stadig mer presset spill om utvikling og nyskaping. Kanskje det blir de bedrifter som tilpasser seg raskest, er entreprenørielle, operative og nettopp *ikke* strategiske, som vinner og overlever.

Et påtrengende spørsmål er i hvor stor grad vi har utviklet tenke-, begreps- og analyseapparat for å forstå og håndtere vår nye virkelighet. Har vi allerede sett konturene av dette «nye» (teknologiske og institusjonelle innovasjoner) som kan hjelpe oss ut av krisen, eller gjenstår det noen overraskelser som vi ennå ikke helt har fattet? Forstår vi alvoret i situasjonen og dybden i den potensielle krisen? Dersom dette er riktig, og vi nå er kommet inn i dragsuget av det neste teknologiske hovedskiftet, er det vel rimelig at morgendagen ikke lenger kan sees i gårsdagens perspektiv. Normalparadigmene vil gjennomgå hamskifter. Forhåpentligvis vil disse ligge på fellesskapets og samarbeidets side mer enn egoperspektiv og rivalisering.

Litteratur

- Atkinson, A. B. (2015). Inequality – what can be done? Working paper 2. London: London School of Economics and Political Science.
- Bauernhansl, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B. (Hrsg.), Ed. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Berlin: Springer.
- Bower, J. L. C. M. C. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review* (January/February): 43–53.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015). Werkheft 01. Digitalisierung der Arbeitswelt. *Arbeiten 4.0*. Berlin, Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Christensen, C. M. M. E. R. (2003). *The Innovators Solutions. Creating and Sustaining Successful Growth*. Boston, Harvard Business School Publishing Corporation.
- Drath, R. H., Alexander (2014). *Industri 4.0: Hit or Hype?* IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS MAGAZINE (June 2014).
- Dyer, J. G., Hal/Christensen, Clayton M. (2011). *The Innovator's DNA. Mastering the five skills of disruptive innovators*. Boston: Harvard Business review press.
- Ehrlich, P. R. (1968). *The population bomb*. New York: Buccaneer Books.
- Forum, W. E. (2016). *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Executive Summary*, World Economic Forum.
- Frey, C. B. O., Michael A. (2013). *The Future Of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?* Oxford: Oxford University.
- Kocovic, P. Z. K. V. K. J. K. (2017). GLOBAL INEQUALITY: NET WORTH OF TOP 62 IS AS WEALTH OF THE BOTTOM HALF OF THE WORLD POPULATION. 5th International Conference "Law, Economy and Management in Modern Ambiance". Belgrade, Faculty of Business Studies and Law/Faculty of Strategic and Operational Management, Belgrade.
- Markides, C. (2006). Disruptive Innovation: In Need of Better Theory. *Product Innovation Management* (23): 19–25.
- Marx, D. (2015). *Predictions for the 21st Century: A Reality Based Analysis of the Current Global Population Collaps*. Plowboy Publishing.
- Moore, G. A. (2015). *Zone to Win: Organizing to Compete in an Age of Disruption*. New York: Diversion Books.
- Roser, M. O.-O., Esteban (2017). World Population Growth. *Our World in Data*.

- Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. Crown Business.
- United Nations, D. o. E. a. S. A., Population Division (2017). Climate Change.
- United Nations, D. o. E. a. S. A., Population Division (2015). World Population Prospects 2015 – Data Booklet. New York: United Nation.
- Zenith Systems, S. (2015). Veien til Industri 4.0.