

Verktøykasse for kvantesprang

Arbeidsrapport
Status 31.10.2019

Innhold

1	Introduksjon	3	4	Verktøykasse	25
1.1	Opptakt – hva er et kvantesprang?.....	3	4.1	Kjennetegn på profesjonell kreativitet.....	25
1.2	Formål – utvikle en verktøykasse	4	4.2	Verdiskapende endring.....	26
1.3	Bakgrunn, deltakere og prosess	4	4.3	Verktøy for å forutse.....	28
2	Rammeverk	6	4.4	Verktøy for valg og beslutningsstøtte.....	30
2.1	Proessen og aktørene	6	4.5	Verktøy for implementering, testing og læring	33
2.2	Verktøykassen	10	5	Refleksjoner og forslag til videre aktivitet	36
3	Innovasjoner med kvantesprangpotensial – eksempler	11			
	DEL 1 – TEKNOLOGI.....	11			
3.1	Teknologiinnovasjoner - eksempler.....	12			
3.2	Datadrevne BAE-prosesser	15			
3.3	Konvergenseffekter	19			
	DEL 2 - FORRETNINGSMODELLER OG MARKED.....	20			
3.4	Substitutter	20			
3.5	Fra lineær til sirkulær økonomi.....	21			
3.6	Sharing is the new buying	22			
3.7	Fremtidens arbeidsplass.....	23			
3.8	Data er den nye oljen	24			

1 Introduksjon

1.1 Opptakt – hva er et kvantesprang?

I kvantefysikken brukes begrepet kvantesprang for å beskrive overgangen fra en energitilstand til en annen.¹ Kvantesprang er uforutsigbare, gjerne utløst av krefter eller «gamechangers» utenfor de tradisjonelle systemene vi opererer i. Overgangen fra et system til et annet kan bety kroken på døra for de som satset feil eller ikke er tilpasningsdyktige. Teknologigiganter som Kodak og Nokia har falt – lineær TV og CD-spillere er snart historie. Innen transport var overgangen fra hestekjerre til bil enorm – utløst av noens evne til å se at fremtiden ikke ligger i å optimalisere hestekjerra og spenne for flere hester, men i å tenke fullstendig nye løsninger – skapt ut fra helt andre systemer. I dag ser vi et lignende sprang i utviklingen innen transport, for eksempel ved overgangen fra den tradisjonelle bilen til en batteridrevet datamaskin på hjul.

Det er liten grunn til å tro at prosjektbaserte virksomheter og næringer som bygg, anlegg og eiendom ikke noen gang kan bli utfordret av lignende eksterne «gamechangers». Vi har vært igjennom store endringer og utvikler oss fremdeles i takt med samfunnsmessige trender som digitalisering, globalisering og økt fokus på miljø og klima. Men vi utvikler

¹ http://www.sprakradet.no/Vi-og-vart/Publikasjoner/Spraaknytt/Arkivet/Spraaknytt_2002/Spraaknytt_2002_2/Du_spoer_vi_svarer/

oss på våre egne premisser, innenfor egne spilleregler, i det tempoet vi selv velger – med de begrensninger det innebærer for innovasjon og konkurransekraft.



Figur: I dagligtale assosieres kvantesprang ofte til teknologi-innovasjoner (Kilde: ÅF Lighting)

Står vi ovenfor en fremtid der teknologogigantene er markedsvinnere i husbygging – der AI og lærende systemer er designere og

byggningsarbeidere? Spørsmålet impliserer en dystopisk eller optimistisk tilnærming til utviklingen framover, avhengig av ståsted. Vi kan ikke spå framtiden, men historisk vet vi at kvantesprang kan gi enorme muligheter for ny business, samtidig som de kan utgjøre store trusler.

1.2 Formål – utvikle en verktøykasse

Rapporten, som er en systematisert eksempelsamling, beskriver ulike innovasjoner med kvantesprangpotensial (kapittel 3) og verktøy som kan bidra til å bedre gjenkjenne, håndtere og utnytte disruptive «hopp» i utviklingen (kapittel 4).

- Hvordan vurdere endring/innovasjon for å være sikker på at de skaper verdi?
- Hvordan fjerne usikkerhet, senke risiko, sikre læring?
- Hvordan sikre at vi ser alle muligheter, og likevel klarer å ta beslutninger og få framdrift?

Rapporten avsluttes med noen refleksjoner og forslag for videre aktivitet (kapittel 5).

1.3 Bakgrunn, deltakere og prosess

Denne rapporten oppsummerer et forprosjekt finansiert av BAE-programmet i Prosjekt Norge og deltakerne i tilhørende arbeidsgruppe (egeninnsats). Forprosjekt har bakgrunn i Prosjekt Norge og BAE-programmets mål om etablering av FoU-prosjekter for bedre BAE-

prosesser. På et ideverksted 25. april i 2018 samlet over 40 deltakere fra industri og academia seg rundt 5 ideer til FoU-prosjekter som de anså som svært viktige fremover. Prosjektbaserte virksomheters behov for en «verktøykasse for kvantesprang» var en av tematikkene som ble løftet frem.



Bilde: Gruppearbeid på workshop 25. april 2018 (Foto: Gottlieb Paludan Architects)

Deltakere og prosess

Forprosjektet er gjennomført av en arbeidsgruppe med følgende deltakere:

- Statens Vegvesen v/ Kjersti Kvalheim Dunham (prosjekteier)

- GPA² v/Reidar Gjersvik og Anita Moum (prosjektledelse)
- Sopra Steria v/Torbjørn Sitre
- Catenda v/Ole Jørgen Karud
- i4 technology v/Håkon Reisvang
- SINTEF Community v/Matthias Haase

Deltakerne har møttes regelmessig for å diskutere utvalgte problemstillinger og for å gi muntlig og tekstlig input til arbeidet. Rapporten er ført i pennen og sydd sammen av GPA.

Den 20. august ble det gjennomført et utvidet arbeidsmøte, der det deltok representanter fra BAE-programmets styringsgruppe:

- AiN v/Egil Skavang (programstyre-leder)
- Statsbygg v/Kjersti Sandvik
- Kruse Smith v/Trond Stupstad
- 6CST v/Roar Smelhus

Det var opprinnelig en ambisjon om å, i tillegg til å lage denne eksempelsamlingen, utvikle scenarier for BAE-næringen og skissere opplegg for gjennomføring av et pilotprosjekt/demo.

² tegn_3 har gått sammen med danske Gottlieb Paludan Architects og etablerer et skandinavisk arkitektfirma med kontorer i København, Malmö, Oslo og Trondheim. Det nye arkitektfirmaet vil bli drevet under navnet Gottlieb Paludan Architects (GPA) og fusjonen vil skje gradvis i løpet av 2019.

Prosjektets fokus har endret seg underveis i prosessen – dette er et stort felt å manøvrere i. Bare det å få oversikt over feltet er et stort arbeid. Videre ble det raskt klart at kompleksiteten krevde en begreps- og prosessavklaring og et rammeverk for systematisering.

2 Rammeverk

Hva er det egentlig som skjer før, ved og etter et kvantesprang? Hva er aktørens rolle i denne prosessen, og hvilke verktøy kan være nyttige for hvem og når? Vi har i figuren på neste side forsøkt å illustrere noen sammenhenger slik vi ser dem.

2.1 Prosessen og aktørene

Ordet kvantesprang assosieres ofte med noe som skjer plutselig – men, som beskrevet innledningsvis, i mange tilfeller er prosessen som leder frem til «spranget» lang og kronglete, drevet frem av mange ulike sammenfall og innovasjoner som bygger på hverandre.

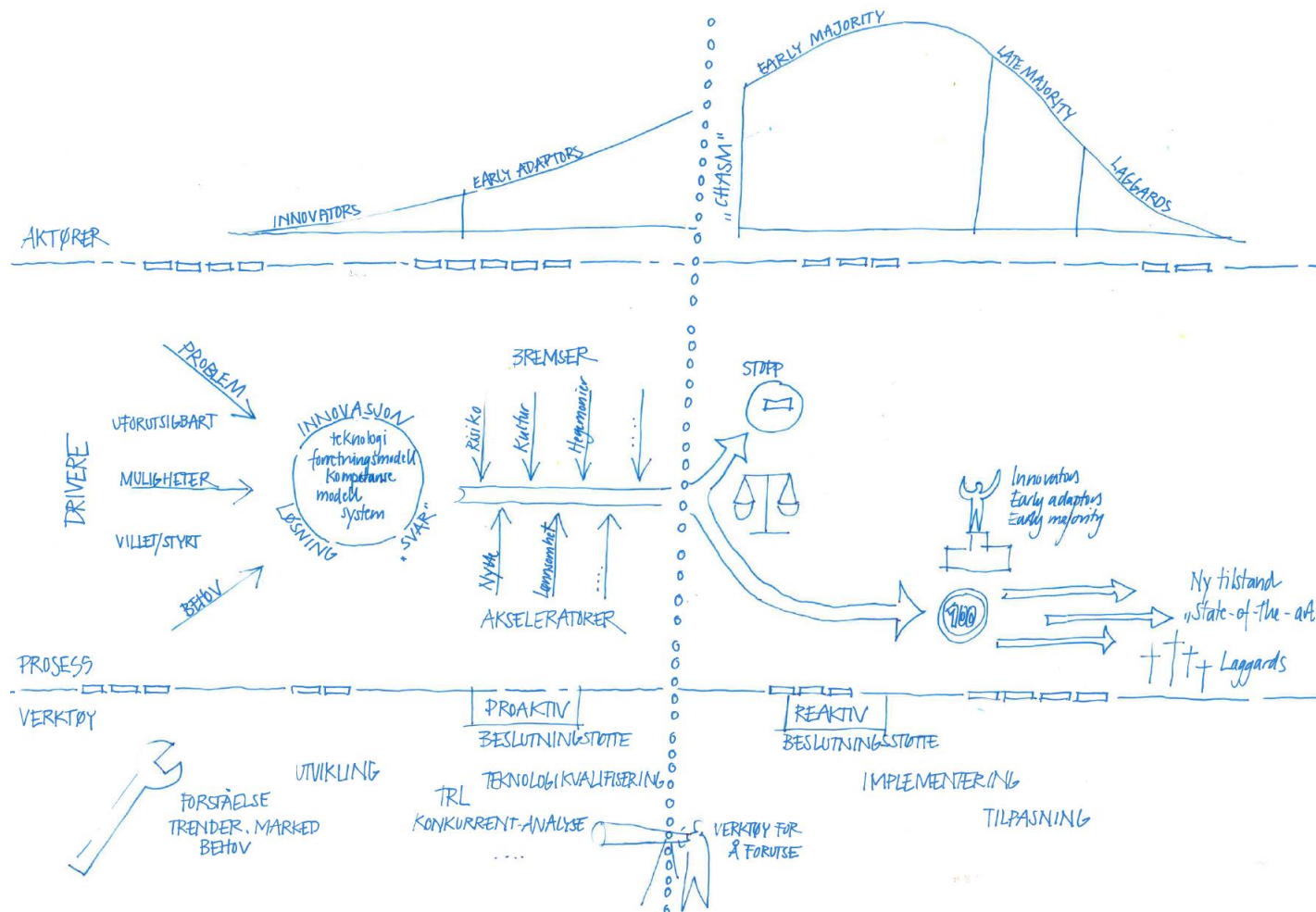
Nåtilstand - «Hvorfor endre det som fungerer»

Hvis vi går ut fra at kvantesprang innebærer en overgang fra en tilstand til en annen (fra et gammelt til et nytt system), har «systemet» BAE-næringen historisk vært ganske robust. Det er langt mellom denne typen dyptgripende endringer. Eksempler er renessansens oppsplitting av byggmesterrollen til dagens profesjoner, og følgene av den industrielle revolusjon på 1800-tallet. Det er sagt at BAE-næringen er konservativ og endringsavers. En annen måte å se det på, er at den er organisert på en slik måte at systemet «står seg» godt – på godt og vondt.

Ulmefasen og endringsdrivere

Det betyr ikke at BAE-næringen ikke ser behov for endring og forbedring, eller at det er en mangel på nytenking. De skrittene som tas er allikevel små i det store bildet – og de endrer ikke måten næringen er skrudd sammen på. Dermed uteblir gjerne også en omfattende effekt – som paradigmeskiftet som var forventet å skulle følge implementeringen av BIM på starten av 2000-tallet.

Driverne som kan utløse, eller kreve, en «systemendring» for at BAE-næringen fortsatt skal kunne oppfylle sitt samfunnsoppdrag, ligger ikke nødvendigvis i næringen selv, men i strømninger i andre bransjer og i samfunnet for øvrig. De ligger i utfordringer som klimaendringer, migrasjon, sykdom, ressursknapphet og terror. De ligger i globalisering med bransje- og markedsglidning, lavere inngangsterskler, global konkurranse. De springer ut av økt tilgang til kunnskap, teknologiske nyvinninger og «digitaliseringen» (integrering av digitale verktøy i alle fysiske verdikjeder og kontekster – plattform- og nettverkseffekter, fragmentering av verdikjeder, tilgang til store mengder data), og følger dette får for mennesket, virksomheter og samfunnet generelt.

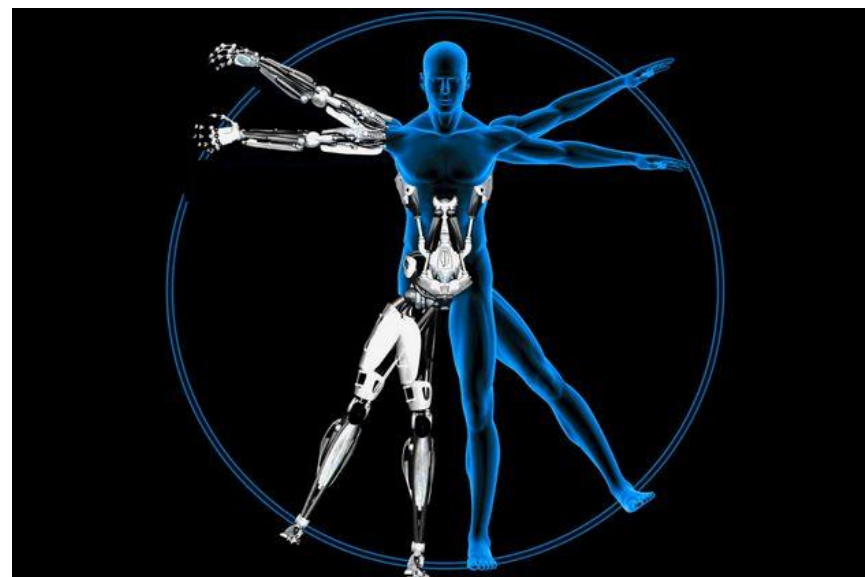


Figur: Arbeidsskisse rammeverk (Kilde: Gottlieb Paludan Architects)

Innovatører og innovasjoner – utviklingsfasen

Når vi i dag snakker om innovatører og innovasjoner i «kvantesprangligaen», ser vi gjerne til IKT-næringen og til introduksjonen av internett, sammen med produkter og tjenester utviklet av teknologigiganter som Apple, Facebook og Google. Det er i dag, i vår del av verden, vanskelig/umulig å se for seg en retur til en tilværelse uten smarttelefoner, sosiale media og umiddelbar tilgang på informasjon. Skal vi tro «forecasts» innen IT-bransjen og romaner som *Homo Deus – En kort historie om i morgen*³, *SuperIntelligence*⁴ og *Life 3.0*⁵, kan gjennombruddene som ligger foran oss, bli formidable.

Innovasjoner med kvantesprangpotensial skapes ikke bare på teknologisisiden. De kan også være i form av styringsformer, medisinske gjennombrudd, økonomiske konsepter, forretningsmodeller og sosiale forhold.



Figur: Menneskelighet i AI'ens tidsalder – nye grensesnitt, trusler og muligheter (Kilde: <http://churchandstate.org.uk/2018/11/life-3-0-being-human-in-the-age-of-artificial-intelligence/>)

Livets rett eller blindspor - testfasen

Vi har da altså et produkt, en tjeneste eller en modell – som, fra innovatørens ståsted, svarer på et kjent eller ukjent behov, eller løser et problem. Og «kvantesprang-prosessen» går inn i en avgjørende fase. La

³ Yuval Harari, 2017. Utgitt av Bazar.

⁴ Nick Bostrom, 2014

⁵ Max Tegmark, 2017

oss ta fokuset tilbake til BAE-næringen, der det i dag knyttes forventninger til at drivere som det grønne skiftet, omstillingen til sirkulærøkonomi og digitalisering vil kunne «snu næringa på hodet». Hva er det som avgjør hvorvidt dette skjer? Forenklet sagt, avhenger det av hvor vektskålen havner i balansen mellom «bremses» og «akseleratorer» - og av evnen til å oppnå kritisk (bruker)masse; overgangen fra der innovasjonen blir tatt i bruk av de få (pionerene/early adaptors), til der den blir tatt opp av en første majoritet av markedet (early majority). Typiske bremses er risikoaversjon og knappe marginer, kultur og tradisjon («slik har vi alltid gjort det»), eksisterende hegemonier (sterke aktørgrupper som motsetter seg endring), mangel på modenhet i markedet og tro på at løsning faktisk bidrar til forbedring (treffer ikke etterspørsel). Typiske akseleratorer er umiddelbar opplevd nytte og lønnsomhet, insentiver og støttende infrastruktur/tjenester. Bli bremsene for sterke, blir det for krevende å komme seg over «the chasm», og innovasjonen vil sannsynligvis tape for konkurrerende løsninger (jf. «Kodak-effekten»).

I praksis dreier det seg sjelden om én innovasjon, én aktør og ett løp – men om mange aktører og om mange ulike (delvis konvergerende) innovasjoner som utvikles og prøves ut i samtidige løp.

Ny tilstand og akseptert praksis - seirende og tapende

Får innovasjonen nok fart og andel i markedet, fester den seg og kan bli den nye «state-of-the-art». De aktørene ikke greier å omstille seg (eller levere gode alternativer), vil slite med å overleve.

Et aktuelt eksempel fra en annen bransje er overgangen fra bensin/dieseldrevne biler til biler drevet av fornybar energi – som delvis tvinges frem av krav fra myndighetene, delvis fra konsumentene, delvis fra nye aktører som greier å levere konkurransedyktige alternativer. Noen bilkonserner investerer i utviklingen av elbiler, andre i hydrogenbiler. Nykommere som ikke forholder seg til den tradisjonelle måten å bygge bil på, påvirker og utfordrer «maktforholdet» i bilbransjen. For eksempel har Tesla (i Norge, 2019) spist en andel av de tradisjonelle bilprodusentenes markedsandel ved at de tilbyr biler som kan konkurrere med hensyn til pris, rekkevidde, sikkerhet og komfort.

Vi ser allerede i dag eksempler på initiativ som gjør at denne historien kan projiseres over på BAE-næringen – der aktører som Amazon og Google (se neste kapittel) ikke skyr muligheten til å utfordre de tradisjonelle aktørene i BAE-næringen med alternative «produksjonssystemer» for hus og byer.

2.2 Verktøykassen

Kvantesprang er av natur uforutsigbare og umulige å forutse for de fleste av oss. Hva finnes det i dag av verktøy som kan hjelpe BAE-virksomheter til å stå bedre rustet, til å satse på riktig hest og ri den på best mulig måte?

Vi skal i kapittel 4 se på hva som kjennetegner profesjonell kreativitet og verdiskapende endring, og beskrive eksempler på:

- Verktøy for å forutse
- Verktøy for å beslutte
- Verktøy for å implementere og måle



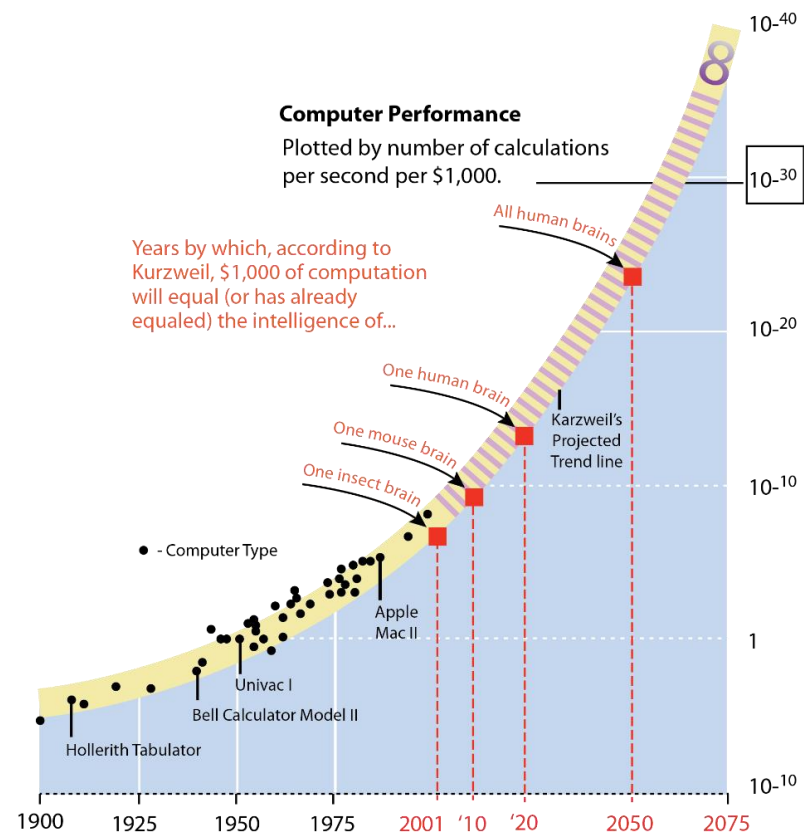
Bilde: Illustrasjonsfoto (Kilde: Morgenbladet)

3 Innovasjoner med kvantesprangpotensial – eksempler

Innovasjon er å fornye eller lage noe nytt som skaper verdi for virksomhet, samfunn eller innbyggere. Formen er eksperimenterende og løsningen er ikke kjent på forhånd.⁶

DEL 1 – TEKNOLOGI

Knapt noe har påvirket utviklingen i vår del av verden de siste par hundre årene mer enn de teknologiske gjennombruddene. «Kurzweil-kurven» (se figur) gir en oversikt over utviklingen fra 1900 opp til i dag når det gjelder den eksponentielle veksten av datakraft (kalkulasjoner per sekund), og viser hvordan veksten kan fortsette. Vi kan nevne tre aktuelle eksempler på drivere for videre vekst⁷: utviklingen av 1) Kvantedatamaskiner⁸, 2) Optiske datamaskiner⁹ og 3) Neuromorfisk databehandling (utgangspunkt i kognitiv databehandling)¹⁰.



Figur: «Kurzweil-kurven».

⁶ Difi

⁷ Utbredelsen av GPU (grafikkprosessor) som datamaskinenes prosesseringsenhet er også av betydning.

⁸ Bruker kvantemekaniske fenomener til å utføre mer sofistikerte beregninger enn de klassiske maskinene. En foreløpig utfordring, er at maskinene må være ekstremt kalde (absolutte nullpunkt), noe som gjør praktisk bruk vanskelig.

⁹ Bruker fotoner i stedet for elektroner i databehandlingen.

¹⁰ Et konsept som beskriver bruk av VLSI for å etterligne nevrobiologiske arkitekturer i nervesystemet. (Kilde: Wikipedia). IBM TrueNorth nevrosynaptisk prosessor er et eksempel på en «hjerne-inspirert» chip. <https://www.evolving-science.com/information-communication-networks-computer-science-technology-hw-sw-systems/truenorth-ibm-s-cognitive-computing-technology-00298>

Om ikke lenge vil «hvermannsen» kunne kjøpe datautstyr med regnekraften til en menneskehjerne. Kurzweil hevder for eksempel at vi i 2050 vil få tilgang til teknologier med regnekapasiteten til hele menneskeheten, til prisen av et kjøleskap i dag. Dette kan være et altfor optimistisk (eller dystopisk) blick inn i fremtiden – eller ikke. Uansett ser vi allerede i dag tydelig konturene av kommende teknologidrevne kvantesprang – både i samfunnet og i byggenæringen. Vi skal her introdusere noen eksempler på teknologiinnovasjoner med kvantesprangpotensial - først sektorovergripende innovasjoner, før vi ser på BAE-næringen.

3.1 Teknologiiinnovasjoner - eksempler

IoT – Internet of Things

IoT betyr at alle «ting», f.eks. bygg-komponenter, maskiner og verktøy med tilhørende sensorer, er koblet til internett og produserer informasjon om sin tilstand og posisjon.

IoT kan dels opp i to kategorier:

- Sensorer, det vi bruker til å registrere data (kamera, 3D-laserscanner, utstyr med sensorer, roboter). Sensorer kan registrere temperatur, fuktighet, bevegelse, lyd og mye annet
- Enheter, det vi bruker til å produsere og lese dataen (alt utstyr med sensorer og tilkobling til internett – kan være PC, mobil, VR, AR, men også hvitevarer, VVS-komponenter mm – og roboter)



Figur: Datateknologi og sensorer som del av brille (Kilde: <https://medium.com/swlh/everything-you-need-to-know-about-smart-glasses-eb3d2e0a62de>)

Stordata (BigData)

Gjennom BIM og IoT genererer bygg- og anlegg enorme mengder data over sin levetid, som kan brukes til produksjon, drift, og læring om fremtidig prosessering. Forenklet sett hviler utnyttelsen av Stordata på:

- Volum – skytjenester/»cloud computing»
- Hastighet (velocity) – fra 4G til 5G
- Variasjon – strukturering av data

Volum. Stadig flere av datatjenestene i BAE kan i dag leveres som skytjenester. I skytjenester samarbeider datamaskinene i datasentrene til

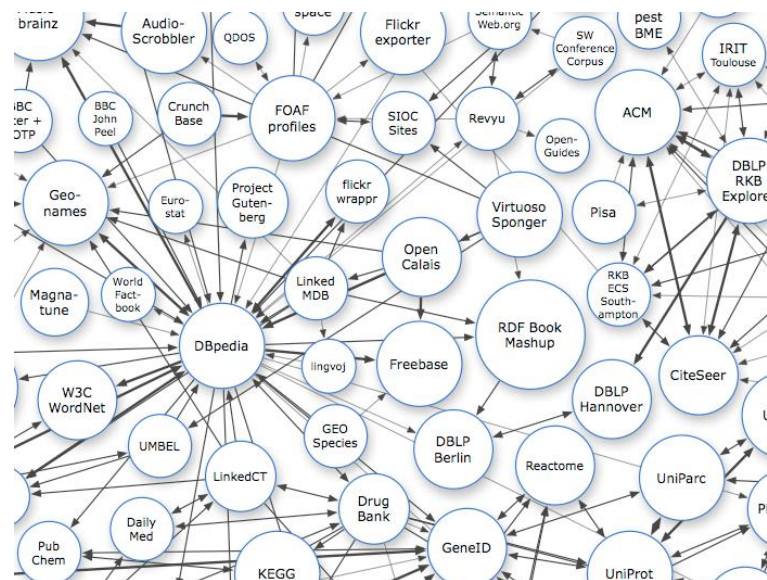
skytjeneste-leverandørene for å gi kunder tilgang til ønsket datakraft og lagrings-kapasitet, til en avtalt enhetspris (Bytes). Dette er en fundamental endring i hvordan internett fungerer, og har gitt mange nye firma et grunnlag til å tilby verdifulle tjenester. Skytjenestene er under rask utvikling, og vil bare i løpet av de neste 5-6 årene gi tilgang på mye mer datakraft og lagringsplass, og større mulighet for parallelle prosesser.

Hastighet. For å dra nytte av Stordata (og IoT), trengs også høyhastighets «datatransportsystemer» for umiddelbar tilgang. Her vil den planlagte utbygging av full 5G dekning gi enorme muligheter. 5G er basert på millimeterbølger (utnytter større del av det elektromagnetiske frekvensspekteret), mange miniatyriserte mobiltelefonårn med et stort antall antenner, og retningsbestemt signalbehandlingsteknikk (beamforming).

Variasjon. For å dra nytte av Stordata, må den struktureres. En måte å gjøre dette på er å strukturere dataene i graf-databaser. Dette gjør at maskinene selv kan lese dataene, og dermed utnytte kunstig intelligens. De mange forskjellige aktørene i et byggeprosjekt kan løfte prosjektaktuelle data opp av sin silo, og linke alle silo-data sammen i en felles database (Linked Data). Ut av denne kan den digitale tvillingen hente ut BIM data, (3D modell, materialer, fremdrift, kostnader, etc) IoT data, og annen prosjektaktuell data. Standardiserings-organet W3C¹¹ har

¹¹ World Wide Web Consortium: <http://www.w3.org/>

opprettet en egen gruppe som utvikler relaterte ontologier for byggenæringen. Autodesk Forge¹² er ett av flere eksempel på skybasert programvare basert på Linked Data.



Figur: Linked Data (<http://linkeddata.org/>) Wikipedia definerer Linked Data som et begrep brukt til å beskrive "a recommended best practice for exposing, sharing, and connecting pieces of data, information, and knowledge on the Semantic Web using URIs and RDF."

¹² <https://forge.autodesk.com/>

AI – Kunstig intelligens

Kunstig intelligens utnytter ekstrem økning i regnekraft til å analysere store, strukturerte datamengder for å kunne se nye mønstre og lære av disse. Dermed kan roboter ikke bare håndtere kompliserte og komplekse oppgaver som å prosjektere og produsere, men kan også stadig lære seg bedre praksis gjennom å sammenligne løsninger og hvordan de virker.



Bilde: «Robotene kommer fortere enn vi aner. De smarte begynner å legge til rette for det allerede nå» - kommentar av Håkon Reisvang i TU Bygg juni 2019 (Kilde: TU Bygg)

¹³ Teknologirådet, 2018. <https://teknologiradet.no/blokkjeden-pa-tide-a-ta-grep/>

Kunstig intelligens kan deles inn i programvare og maskinvare, hvor maskinvarene som driver skytjenestene fremover, er de samme som driver Kunstig intelligens fremover. Programvarene består av Big Data Analytics – og maskinlæringsalgoritmer hvorav Deep Learning er en underkategori.

Blokkjeder - Blockchain

Brukes til sikker utveksling av verdier, data og forpliktelser – uten mellomledd. Hver ny blokk lagres sammen med informasjon fra den forrige blokken. Hvis noen prøver å endre innholdet, vil det oppdages av de neste blokkene fordi regnestykket da ikke går opp. Transaksjonene som skjer i blokkjeder er synlige for alle, men innholdet er kryptert. En fullstendig kopi av en hel blokkjede befinner seg på flere maskiner. Det betyr at det er mange som beskytter dataene. Teknologien kan gi nye løsninger for offentlige registre, deling av ulik data (som helsedata) og finansielle tjenester. Blokkjede er teknologien bak for eksempel desentraliserte og krypterte valutaer som Bitcoin.¹³

Grafén

Et nanomateriale som leder elektrisitet bedre enn silisium, og som gir helt nye muligheter innen materialteknikk og elektronikk (for eksempel mikrobrikker i datamaskiner). Det påstås at dette er det tynneste og

sterkeste materialet som noen gang er laget¹⁴ og at det bare er et spørsmål om tid før dette materialet blir kommersielt tilgjengelig. Det er gjort forsøk på å tilsette grafén i betong, med det resultatet at fastheten økte med 40%¹⁵.

3.2 Datadrevne BAE-prosesser

Nye teknologiske muligheter kan endre mange av arbeidsprosessene og rollene i BA-næringen. I nær fremtid vil bygg- og anleggsprosjekter og eiendomsdrift- og forvaltning administreres gjennom sanntids digitale tvillinger, hvor Internet of Things (IoT) genererer Big Data som prosesseres av Kunstig Intelligens i Skyen. Autonome roboter produserer på byggeplass og anlegg, mer effektivt og sikkert enn håndverkere, og både fremdrift og logistikk overvåkes og håndteres av sensorer og droner. Store og små komponenter kan produseres ved behov, gjennom 3D-printing på stedet.

Den digitale tvilling og BIM

Utbredelsen av BIM-relaterte verktøy¹⁶ er økende i BAE-næringen. Vi kan si at BIM er et fundament eller springbrett for videreutvikling og

implementering av en stadig større palett av nye teknologiske innovasjoner. Nedenfor eksempler på to norske produkter (av svært mange).

Bimsync Arena

- Collaboration
- Issue management
- Document management
- Model management
- Enrichment



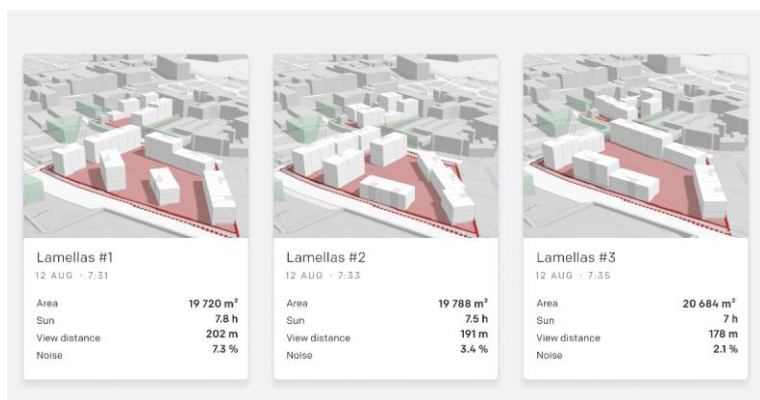
Figur: Bimsync Arena (www.catenda.com)

¹⁴ Wikipedia: <https://no.wikipedia.org/wiki/Graf%C3%A9n>

¹⁵ Post.doc på Chalmers – Statens Vegvesen Ferjefri E39

¹⁶ BygningsInformasjonsmodell eller -modellering. Eastman m.fl. (2008) beskriver BIM på følgende måte: «With BIM technology, one or more accurate virtual models of a building are constructed digitally. They support design through its phases, allowing better analysis and control than manual processes. When completed, these computergenerated models contain precise geometry and data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities through which the building is realized.» BIM-relaterte verktøy kan forenklet sett kategoriseres i fire hovedgrupper (Moum):

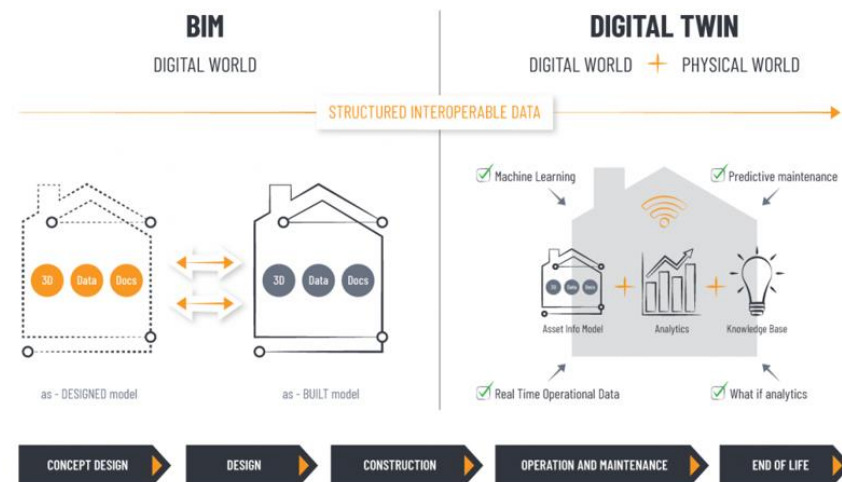
- 1) Modelleringsverktøyene. De elementene som modelleres i en flerdimensjonal modell (f.eks. bygningsdeler, installasjoner og utstyr), tildeles informasjon og egenskaper og har en parametriske relasjon seg imellom.
- 2) Applikasjoner for å blant annet visualiseringer og simuleringer.
- 3) Databaser og andre systemer som kan kobles til modellene (objektbiblioteker, kravdatabaser, FM databaser, produkt- og varedatabaser med mer).
- 4) Åpne standarder (som IFC). Skal sørge for full interoperabilitet og pålitelig og konsistent informasjonsflyt mellom faser og aktører



Figur: Spacemaker tilbyr et kraftfullt algoritme- og maskinlæringsbasert analyseverktøy for å optimalisere plassering og utforming av bygningskropper og kvartaler ut fra parametere som dagslys, støy, utsikt med mer (www.spacemaker.ai)

Et mye brukt «buzz-word» i dag er «den digitale tvilling» - den virtuelle ekvivalenten til det fysiske produktet.

Bygget eller anleggets digitale tvilling skal, ideelt sett, inneholde all informasjon om det fysiske «objektet» (produktdata, sensordata, innebygd programvare mm.) Digitale tvillinger baserer seg på innsamling og analyse av store mengder data og prosessen strekker seg over hele produktets livssyklus.



Figur: BIM og den digitale tvilling (Kilde: Cobuilder)

Produksjon ved 3D printing, robotisering og automatisering Additiv produksjon, også kjent som 3D-printing, dreier seg om forskjellige prosesser der pulver eller væske herdes til fast form, basert på en digital modell eller instruks. Byggenæringen har brukt 3D-printing i mange år, til å lage modeller og prototyper i konstruksjonsprosessen. Men teknologien utvikler seg videre, og vil snart være relevant også ute på byggeplass og anlegg. Vi ser allerede eksempler på at det printes enkeltdeler i felt, noe som reduserer behovet for komplette sett av verktøy og reservedeler. Spesielt avsidesliggende prosjekter kan øke effektiviteten kraftig

gjennom å printe på stedet fremfor å transportere alt som trengs til byggeprosessen.



Figur: Det finnes allerede i dag ulike metoder for 3D printing. Bildet viser printing ved en rammemontert dyse. Andre metoder er printing ved bruk av en frittstående robotarm eller mobile roboter (Kilde: www.designingsbuildings.co.uk).

3D-printing har vist seg å kunne gi kostbesparelser, økt nøyaktighet, og mindre miljøbelastninger. utfordringer har vært skalerbarhet og å utvikle hensiktsmessige prosesser. Dette henger sammen med de andre teknologiske temaene omtalt her.

Roboter kan anvendes både på byggeplass og i fabrikk. Særlig sistnevnte (off-site), sammen med automasjon av produksjonslinjer (ved fleksible jigger, laser og maskinsynsteknologier for måling, posisjonering og

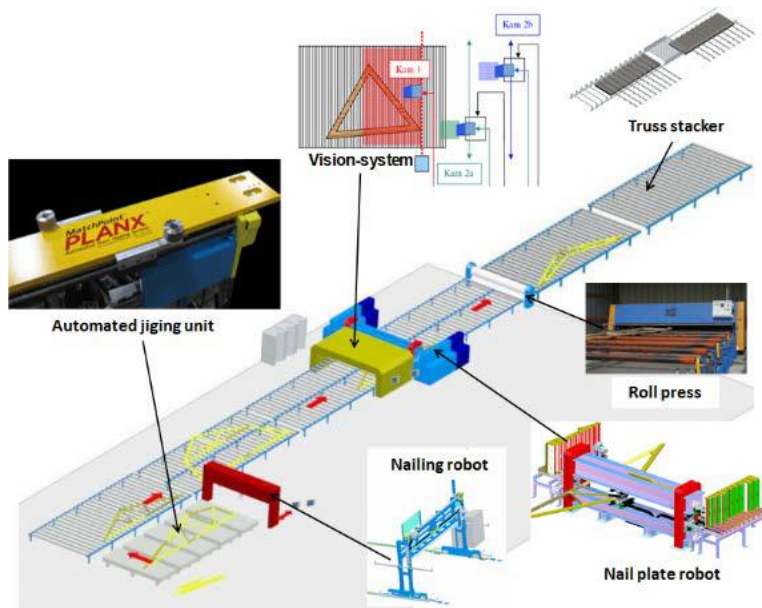
sortering, CNC-maskiner, sensorbaserte robotsystem mm) forbindes med industrialiseringen av næringen.



Figur: Det største potensialet, i hvert fall når det gjelder større byggverk, ligger sannsynligvis i roboter som selv navigerer rundt på bygget samtidig som de printer, slik som den nederlandske broroboten fra selskapet MX3D i bildet. Disse kan håndtere bygg på størrelser som vil være umulig for mer statiske printere (Kilde: www.poupcity.net).

En rekke aktører spesialisere seg allerede på element- og/eller modulbasert bygging – men særlig interessant i kvantesprang-sammenheng er det når nye aktører utenfor næringen, med en helt annen kompetanse på produksjonslinjer enn de tradisjonelle, etablerer seg (se neste del om nye forretningsmodeller og markeder).

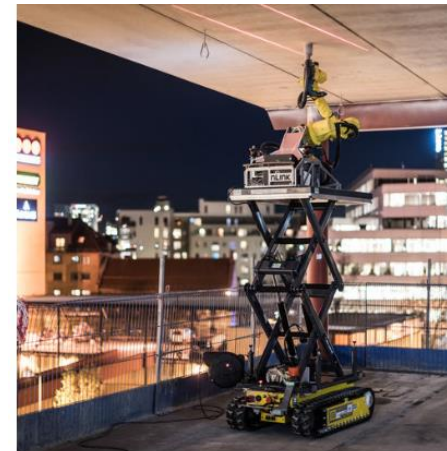
Men også på bygg- og anleggsplassen (on-site) ser vi bare begynnelsen på robotiseringen, som ved autonome kraner og anleggsmaskiner – og den digitale bygningsarbeider.



Figur: Utforming av en moderne produksjonslinje for takstolproduksjon (Kilde: Pretre og rapporten Industrialisering av byggeprosessene – Status og trender (Moum m.fl., 2017))



Figur: Rebar-Tying Robot. TyBot LLC sier: «No pre-mapping, programming or calibration required. TyBot self-locates, self-positions and self-ties the rebar intersections (Kilde: www.tybotllc.com)



Figur: Norske nLink's roboter, som erstatter svært tungt manuelt arbeid på byggeplassen, er allerede på markedet (Kilde: www.nlink.no)

Andre teknologiske innovasjoner i BAE-prosessene

Noen ytterligere eksempler på innovasjoner med betydning for bygg- og anlegg – og for by- og områdeutvikling, er¹⁷:

- Bruk av nye oppmålingsteknologier for utstikking av nye byggeplasser. Dette kan gi færre besøk på byggeplass, mer effektiv lagring av datafangst med en mer komplett dokumentasjon med mindre følgefeil, samt også mer komplette 3D modeller.
- Nye skannerteknologier som muliggjør detaljert skanning av innvendige areal over i digital form.
- Ny og smart teknologi i utvikling av ny infrastruktur som bidrar til økt samfunnssikkerhet og bærekraft.
- Teknologier for augmentert og virtuell virkelighetsgjenskapelse, som kan brukes til å gi mer nøyaktige gjengivelser av bygg, byrom og annen infrastruktur i forbindelse med utvikling, prosjektering, innsalgfaser.
- Droner (utrustet med HD kamera i kombinasjon med software for innhenting av data) i bruk for kartlegging og overvåking av byggeplasser, produksjon av 3D-modeller, mer nøyaktige kart etc.



Figur: Mulighetene IoT og AI gir for område- og byutvikling er enorme (Kilde: i4 technology)

3.3 Konvergenseffekter

«IoT genererer Big Data som prosesseres av AI¹⁸». Dette er en forenklet beskrivelse av hvordan tre store teknologi-trender i dag henger sammen og gjensidig utnytter og forsterker hverandre. Kombinasjonen av forskjellige teknologier, f.eks Digital twin, Stordata, MR, AI og roboter, utgjør sammen enorme muligheter for kvantesprang. Teknologikonvergens, der ulike typer teknologier «smelter sammen», gir uforutsigbare effekter som kan bidra til å akselerere akselerasjonen i utviklingen¹⁹.

¹⁷ Moum, Høiland-Kaupang, Olsson, Bredeli. Industrialisering av byggeprosessene – stats og trender (Sintef-rapport, 2017)

¹⁸ Introduert av Håkon Reisinger til arbeidsgruppen.

¹⁹ Smarttelefonen er et eksempel på et «konvergens-produkt», ved at den ikke bare sender og mottar samtaler, men den tar også bilder, spiller av musikk, har GPS-funksjoner og så videre.

DEL 2 - FORRETNINGSMODELLER OG MARKED

3.4 Substitutter

En måte å beskrive BAE-næringen på er å bruke Porters modell med fem krefter²⁰:

1. Kundenes forhandlingsstyrke
2. Leverandørens forhandlingsstyrke
3. Trusler fra fremtidige konkurrenter
4. Trusler fra nære substitutter
5. Konkurransesituasjonen
6. (Tilstedeværelsen av komplementære produkter; lagt til i etterkant av Brandenburger og Nalebuff²¹)

Modellen kan kritiseres for å være for basert på en verdikjedetenkning i en verden og et marked som blir stadig mer nettverksbasert. Men hvis man ser bort fra det, så er det interessante å betrakte i en kvantesprang-sammenheng hvordan man kan avdekke konkurrenter og substitutter, og hvordan kreftene endrer konkurransesituasjonen og andre aktørers forhandlingsstyrke.

Det er et substitutt dersom andre tjenester eller aktører erstatter BAE-næringens tjenester eller aktører. Det kan f.eks. skje dersom noen andre

dekker de samme behovene på en annen måte, som når aktører som driver roboter og droner overtar oppgaver innen bygging og logistikk.

Google-selskapet Sidewalk Labs²² arbeider med å bygge en «smart city» i Toronto. Foreløpig er det kun et nabolag ned mot sjøen, men det er ment som en demonstrasjon av hvordan det kan være å bygge en by «from internet up». Dette er i seg selv neppe et substitutt for BAE-bransjen, men det vil kreve en annen kompetanse og evne til å samhandle med helt andre aktører enn tidligere.



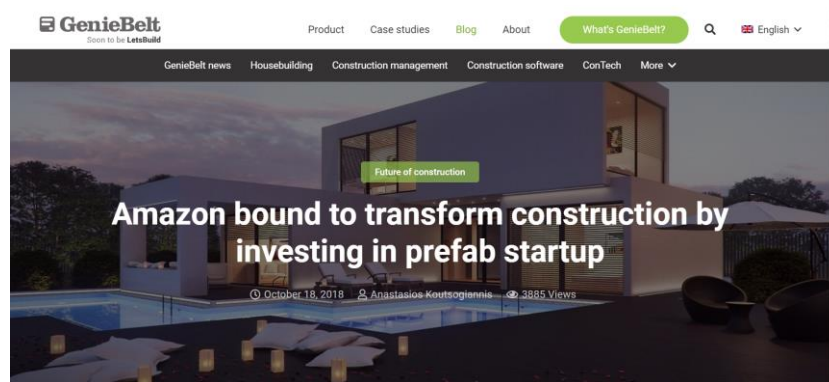
Figur: På sin hjemmeside sier Sidewalk Labs at målet blant annet er «housing and real estate that is more efficient and thus far more affordable. New construction methods and flexible building designs enable radical mixed-use, walkable neighborhoods that reduce the cost of housing and retail space.»

²⁰ Porter M, 1979. How competitive forces shape strategy. Harvard Business Review.

²¹ Brandenburger A og Nalebuff B, 1996. Co-Opetition. Bantam Doubleday Dell Publishing.

²² www.sidewalklabs.com

Amazon har investert i Plant Prefab, et selskap som skal produsere prefabrikerte bolighus med både en og flere boenheter. Nøkkelord er standardisering og modularisering. Selskapet mener de har en teknologi som kan halvere byggetiden og kutte kostnader med 10 til 25 prosent. I tillegg til investeringer bidrar Amazon med to ting: kompetanse om radikalt annerledes arbeids- og logistikk-prosesser, og kunnskap om og teknologi til smart-hus (Alexa). Mange spekulerer i om Amazon kan komme til å gå tungt inn i BAE-bransjen, og bruke sin innovasjonsevne og kompetanse til å gjøre radikale endringer. Som et av få trillion-dollar-konserner i verden har de muskler til å gjøre det.



Figur: <https://geniebelt.com/blog/amazon-bound-to-transform-construction-by-investing-in-prefab-startup>

3.5 Fra lineær til sirkulær økonomi

I motsetning til en lineær økonomisk modell, basert på at man utvinner ressurser, produserer, bruker og kvitter seg med dem via deponi/forbrenning, er en sirkulær økonomi basert på gjenbruk, reparasjon, oppussing/forbedring og materialgjenvinning i en sirkel hvor færrest mulig ressurser går tapt. (Avfall Norge/EU-kommisjonen)

BA-næringen står for en stor andel av avfall, klimagassutslipp og ressursbruk i samfunnet. Flere og flere aktører i næringen mener at for å kunne bidra til å nå nasjonale og internasjonale klima- og bærekraftsmål, må næringen endres fra *en lineær økonomi* - hvor ressurser hentes ut og produseres for å inngå i et byggverk inntil det rives og blir avfall – til *sirkulær økonomi* hvor riving/demontering gir ressurser som gjenbrukes i nye bygg- og anleggsprosjekter.



Figur: Fra lineær til sirkulær økonomi (Kilde: Ellen MacArthur Foundation)

En slik omstilling vil både kreve, og legge til rette for en rekke nye innovasjoner som vil kunne endre måten BA-næringen er organisert på. En kan se for seg at «urban mining» (gjenvinning av råmaterialer fra brukte produkter, bygninger og avfall) blir en etablert og lønnsom praksis, at det vil vokse frem støttesystemer for retur, oppsamling og redistribusjon av brukte byggematerialer og komponenter og at det etableres firmaer som tilbyr tjenester på å demontere/rive og resirkulere komplekse integrerte komponenter (som elementer som inneholder elektronikk eller data-teknologi).

I lys av sirkulær økonomi vil byggverk ikke lenger bare betraktes som produkter, men som tjenester – for eksempel ved sensorer og "data mining" som sørger for informasjonsfangst om utnyttelsen av det enkelte byggverk gjennom dets levetid.

3.6 Sharing is the new buying

Delingsøkonomi er forretningsmodeller som er basert på transaksjoner mellom privatpersoner, formidlet gjennom digitale plattformer. Delingsøkonomi utnytter at nettsider og mobilapper gjør det lettere å koble tilbydere og å finne hverandre, og reduserer transaksjonskostnader. Forretningsmodellene bygger ofte på å gjøre det enkelt å leie ut eiendeler som er ubrukt det meste av tiden.

Delingsøkonomi handler om hvordan vi kan senke transaksjonskostnader, hvordan vi kan skape nettverkseffekter, hvordan vi kan få til increasing returns og påfølgende selvforsterkende vekst.

Vi kan allerede i dag leie en bil akkurat når vi trenger den via tilbydere som Bilkollektivet eller Bilringen. Vi kan bruke AirBnB til å leie ut egen leilighet når vi skal reise vekk, eller for selv å finne rimelige overnattingsmuligheter. Via Foodora kan vi velger mat fra et stort nettverk av restauranter og for så å få den levert på døra, via weClean kan vi bestille rengjøringen vi selv ikke rakk før helga. Vi kan bruke OBOS-app'en Nabohjelpen for å få lånt en høytrykkspyler til terrassen eller ekstra stoler til hagefesten.



Figur: Eksempler på nye tjenesteleverandører (Kilde: Telenor Norge)

I BA-næringen vil vi i fremtiden kanskje leie maskiner og utstyr på en byggeplass, vil vi lease fremfor å kjøpe bygningskomponenter og inventar, for så å levere dem tilbake når vi skal bygge om eller rive. Delingsøkonomi og relaterte tjenester vil kunne redefinere måten vi utnytter arealer, utstyr og arbeidskraft, med en åpen flyt av kunnskap og løsninger.

3.7 Fremtidens arbeidsplass

Til sist vil vi se på noen innovasjoner (eller konsepter)²³ som er i ferd med å endre arbeidsplassen vi selv er en del av, og de vi prosjekter og bygger.

- Kognitive bygninger – det å kombinere Big Data med IoT og sensorer ed maskinlæring muliggjør forbedret bruk og brukeropplevelse
- Co-working – drevet av behov for fleksibilitet, bedre ressursutnyttelse (deling) og kunnskapsdeling
- «Gig-workers» - fra jobb-økonomi til gig²⁴-økonomi (fra faste jobber til engasjement og deltid)
- Blockchain – potensial til å øke flyt, transparens og effektivitet i leieforhold og eiendomstransaksjoner
- Virtual og augmented reality – støtter det å jobbe hvor som helst og når som helst

²³ Kartlagt av Cushman & Wakefield, i rapporten «Nordic Office – a preview of the future» fra 2018

²⁴ Begreper gig kommer fra musikkbransjen og betegner en spillejobb, ofte et engasjement som dreier seg om en kveld



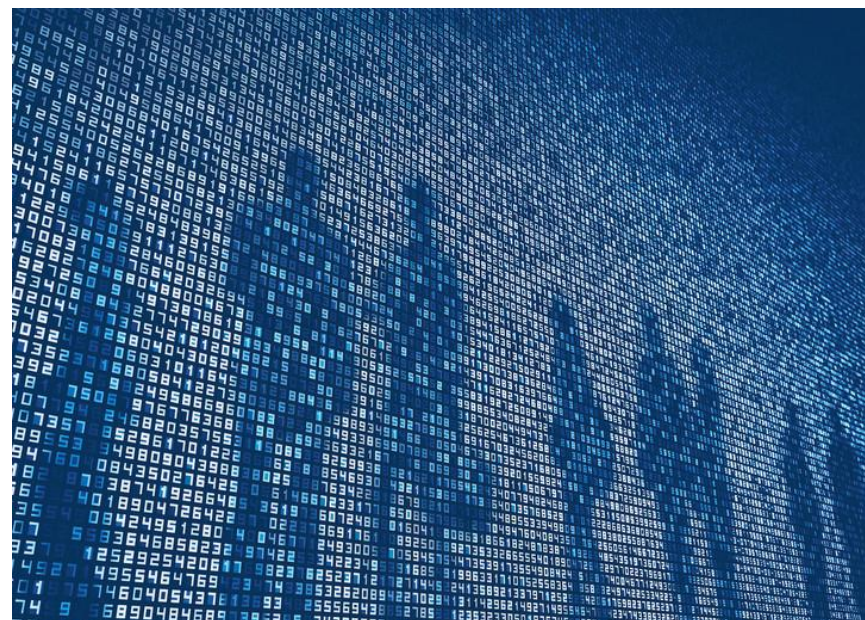
Figur: Fremstilling av generasjonsutviklingen fra 1945 til i dag (Kilde: Cushman & Wakefield, 2018)

3.8 Data er den nye oljen

Verdien av data har overgått verdien av olje, hvordan tar vi vare på denne ressursen?

Dette er overskriften til årets teknologikonferanse «Rethinking» i Oslo²⁵. Den beskriver et slags «mindshift» i tenkingen rundt verdier – ikke bare på samfunnsnivå, men også på bransje- og virksomhetsnivå. For svært mange av innovasjonene vi har beskrevet så langt, om det gjelder teknologi, sirkulær økonomi, delingsøkonomi eller andre, hvirvler opp nye problemstillinger knyttet til håndtering av store mengder data, for eksempel:

- Eierskap til data og opphavsrett
- Tilgang
- Sikkerhet og personvern
- Samstyring
- Plattform- og nettverkseffekter
- Nye økosystemer og verdikjedefragmentering
- Standardisering
- Etske aspekter



Kilde: <http://news.aapnetwork.net/h-m-looks-to-big-data-to-spot-the-latest-fashion-trends/>

²⁵ Samarbeid mellom Aftenposten A-Tech og Schibstedt Future Report.

4 Verktøykasse

Det er ikke rett fram å snakke om verktøy for kvantesprang. Mye av det vi har av verktøy for systematisk innovasjon er rettet mot inkrementelle forbedringer. Radikale eller disruptive innovasjoner – kvantesprang – er tilsynelatende uforutsigbare, det er nettopp derfor de fører til så store omveltninger. Eksempelene tidligere i notatet viser imidlertid at vi ofte kan identifisere grunnlaget for endringene, som teknologi, markedsendringer, nye aktører og «tidsånden», og at det i noen grad kan dreie seg om å gjenkjenne mønstre og bygge opp kompetanse innen innovasjon og profesjonell kreativitet.

4.1 Kjennetegn på profesjonell kreativitet

I prosjektet Idea Work²⁶ undersøkte forskerne hva som kjennetegner virksomheter som er gode på profesjonell kreativitet. De identifiserte 10 kvaliteter eller drivere som finnes i slike virksomheter, og disse kan grupperes i fire grupper:

Sammenvevd:

1. Prepping: Solid grunnarbeid, kjenne fakta, ha oversikt over kunnskapsfeltet på en slik måte at det kan mobiliseres ved behov.

2. Zoome ut: Klare å se både detaljer og den store helheten, mønstrene.

Emosjonell:

3. Undring: Stille spørsmål ved etablert kunnskap og sannheter, lete etter grunner og årsaker.
4. Drama: Kunne fortelle en historie og inkludere alle i denne, eksempelvis konkurranse, samfunnsforbedringer, erobringer, nysgjerrighet.
5. Veivising: Ha ledere og fagpersoner som går foran, har kunnskap og en visjon som andre tror på.

Fysisk:

6. Prototyping: Lage raske og hyppige modeller av det man prøver å få til, og teste disse.
7. Gjøre det fysisk: Være konkret, jobbe sammen, bygge ting sammen, skrive ting ned, ta vare på fysiske minner.

Kontroversiell:

8. Frigjørende latter: Få energi av endring, kunne le av feilgrep og tabber, sette pris på læring.

²⁶ Carlsen, Clegg, Gjersvik, 2013

9. Skapende motstand: Oppsøke grensene og rammene, få utvikling gjennom å konfrontere de vanskeligste nøttene.
10. Punk: Tolerere og dyrke opprøret, la prosjekter og folk få frihet til forfølge egne ideer.



Figur: Kjennetegn på profesjonell kreativitet (Kilde: Carlsen, Clegg, Gjersvik: *Idea Work*, 2013)

Ikke alle virksomheter som er gode på innovasjon og profesjonell kreativitet har alle disse 10 kvalitetene, og i hvert fall ikke samtidig til enhver tid. Kvalitetene synliggjør at dette dreier seg om mer enn verktøy, metoder og teknikker, det har også med ledelse, kompetanse, organisasjonskultur og arbeidsformer å gjøre.

4.2 Verdiskapende endring

Dette er også synliggjort i en modell²⁷ som skisserer elementer som inngår i en prosess for kontinuerlig verdiskapende endring.

Det dreier seg om å forstå de eksterne endringene, ha organisasjon og teknologi til å kunne prosessere dem, og å kunne omdanne dem til verdi for kunder og samfunn. Alle disse delene må etableres og driftes, det er ingen av dem som er selvsagte og de påvirker (styrker og svekker) hverandre gjensidig.

²⁷ Sopra Steria, 2019



Kontinuerlig, verdiskapende endring

Innsikt i og oversikt over trender

Nye teknologier
Nye verktøy, metoder og modeller
Nye kombinasjoner

Ledelse, organisasjon og kultur

Involvering, dialog og samarbeid
Trygghet, åpenhet og kultur for å feile
Raske, resultatorienterte, distribuerte beslutninger
Hypotesedrevet eksperimentering og validering
Innsikt, datainnsamling, læring og analyse

Data, infrastruktur og prosess

Datakvalitet, universalitet og tilgjengelighet
Tjenesteorientering, modularisering
Rigg for prototyping og kontinuerlig forbedring
Innebygget sikkerhet og etterlevelse

Design, menneskeorientering, verdiskaping

Kundeorientering
Resultat- og verdifokus
Eksperimentering, prototyping,
kontinuerlig forbedring

Figur: Kontinuerlig, verdiskapende endring (Kilde: Sopra Steria 2019)

Elementene representerer ulike aktører og roller. Ledelse, organisasjon og prosess» dreier seg om (for eksempel):

- involvering, forankring og samarbeid
- å skape trygghet, åpenhet og en kultur for å feile
- raske, distribuerte beslutninger
- innsikt, læring og analyse

Teknologisk infrastruktur dreier seg om (for eksempel):

- fart og smidighet
- tjenesteorientering og modularisering
- prototyping, kontinuerlig forbedring

Det er imidlertid mulig å identifisere noen verktøy som kan støtte f.eks. kunnskapsinnhenting og -oversikt, prioritering og implementering. Eksempler på dette er beskrevet nedenfor.

4.3 Verktøy for å forutse

Det å forutse radikale endringer handler ofte om å skaffe seg kunnskap fra ulike kilder og sammenstille disse til noe som kan være relevant. Det kan f.eks. være

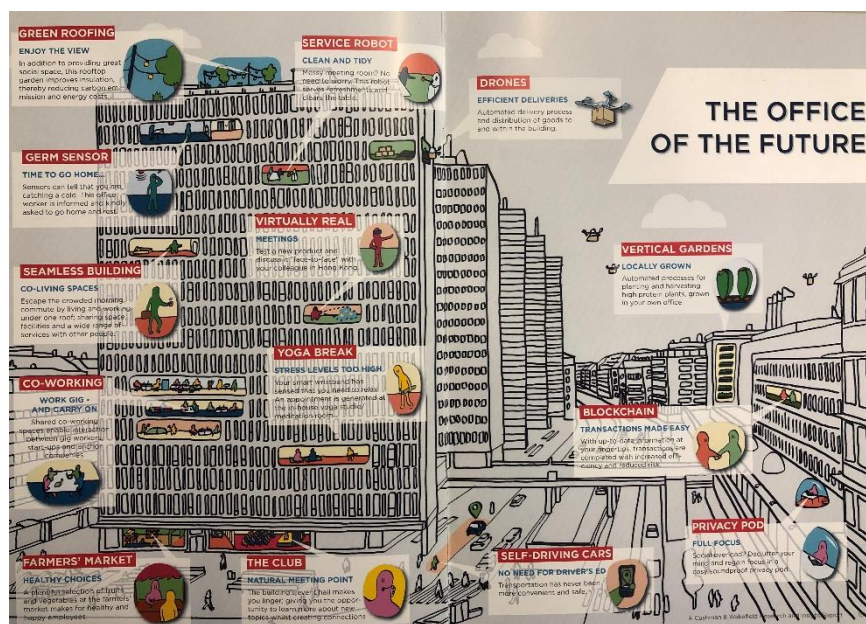
- Forskning
- Konsulentfirma: Mange av de store rådgivingselskapene leverer ulike former for fremtidsinnsikt. Blant de mest kjente er Gartner²⁸, som har spesialisert seg på teknologibaserte strategier.
- Publiserte kilder (web/tidsskrifter)
- Konferanser

Forecasting er en fagdisiplin som handler om å si noe om fremtiden²⁹. Her brukes et stort repertoar av metoder for å kunne forutsi fremtidig utvikling. Noen er enkle regresjonsanalyser av historisk utvikling, andre er avanserte analyser basert på neurale nett og komplekse modeller. Men de er uansett basert på en viss historisk datamengde. Når man ikke har slike data, f.eks. for nye produkter på et nytt marked, introduseres det alltid elementer av dømmekraft og skjønn. Det finnes også metoder for å

²⁸ <https://www.gartner.com/en>

²⁹ Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018) Forecasting: principles and practice, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp2. Accessed on 31.07.2019. <https://otexts.com/fpp2/>

sammenstille slike skjønnsbaserte vurderinger, eksempelvis Delphi-metoden³⁰.



Figur: Cushman & Wakefield er et globalt firma innen eiendom – de bruker aktivt forecasts og trendspotting i sine tjenester (Kilde: Cushman & Wakefield, 2018)

³⁰ “Delphi is based on the principle that forecasts (or decisions) from a structured group of individuals are more accurate than those from unstructured groups. The experts answer questionnaires in two or more rounds. After each round, a [facilitator](#) or change agent provides an anonymised summary of the experts’ forecasts from the previous round as well as the reasons they provided for their judgments. Thus, experts are encouraged to revise their earlier answers in light of the replies of other members of their panel. It is believed that during this process

Forecasting vil på grunn av sin kobling til historiske data være bedre egnet for inkrementelle innovasjoner enn for kvantesprang. Det kan imidlertid gi nyttig kunnskap om utvikling i andre domener eller bransjer, som sannsynligvis vil kunne spre seg videre til BAE-næringen.

Scenario (fremtidsbilde) er en beskrivelse av en tenkt utvikling eller tilstand i fremtiden³¹ og scenario-metodikken brukes ofte innenfor strategikutvikling og læring i organisasjoner. Metodikken er basert på at utviklingen ikke er entydig og forhåndsbestemt, og brukes ofte når forholdene er komplekse, tidsperspektivet langt og det er risikabelt eller umulig å presentere presise forutsigelser.

Et scenario er ikke en prognose eller visjon. Formålet er å fange inn mest mulig av usikkerheten ved å teste ut ulike handlingsvarianter i forskjellige fremtider. Scenario-utvikling er basert på kunnskap og grundige vurderinger av tendenser og drivkrefter. Metodikkens styrke er at den gir mulighet til å utforske usikkerheten på en systematisk og kreativ måte.

the range of the answers will decrease and the group will converge towards the "correct" answer. Finally, the process is stopped after a predefined stop criterion (e.g., number of rounds, achievement of consensus, stability of results), and the [mean](#) or [median](#) scores of the final rounds determine the results.” (wikipedia)

³¹ Wikipedia



Figur: I RIF-rapporten *State of the Nation – Norges tilstand* (RIF, 2015) presenteres tre scenarier som tilsammen gir et bilde av hvordan tilstanden til offentlige bygg og infrastruktur kan se ut i 2050, ut fra to usikkerhetsakser: norsk økonomi, og gjennomføringskraft.

Teknologiovervåking handler om å kartlegge kommende teknologier og trender for å være oppdatert på hva som skjer. En slik oversikt gir bedre

forutsetninger for å vurdere muligheter og trusler, og teknologiovervåking kan gi verdifulle innspill til innovasjonsprosesser. Regnskap Norge (profesjons- og bransjeforeningen for autoriserte regnskapsførere) er blant dem som bruker teknologiovervåking for å være i front og teste ut teknologi som kan være nyttig for medlemmene.

OMRÅDER VI FØLGER I DAG

- Plattformisering
- Kunstig intelligens, roboter og lærende maskiner
- Blockchain, herunder kryptovalutas betydning for regnskapsbransjen og dets underleverandører
- Skytjenester og prosessdesign
- Integrasjoner og API
- Autentisering og autorisering. Herunder Bank-ID, og skille mellom person og bedrift
- Gamification / Gamebased learning
- Big Data, controlling og analyse
- IoT – Tingenes Internett og 5G
- Sikkerhet og beredskap
- Teknolog relatert til personopplysninger
- Teknologidimensjonen i den sirkulære økonomien
- Elektronisk fakturering

Figur: *Teknologitrender Regnskap Norge følger med på i dag (høsten 2019) – ved kurs/konferanser, møter med leverandører og spesialister, ved å se på fagartikler og forskning.* Kilde: www.regnskapnorge.no

4.4 Verktøy for valg og beslutningsstøtte

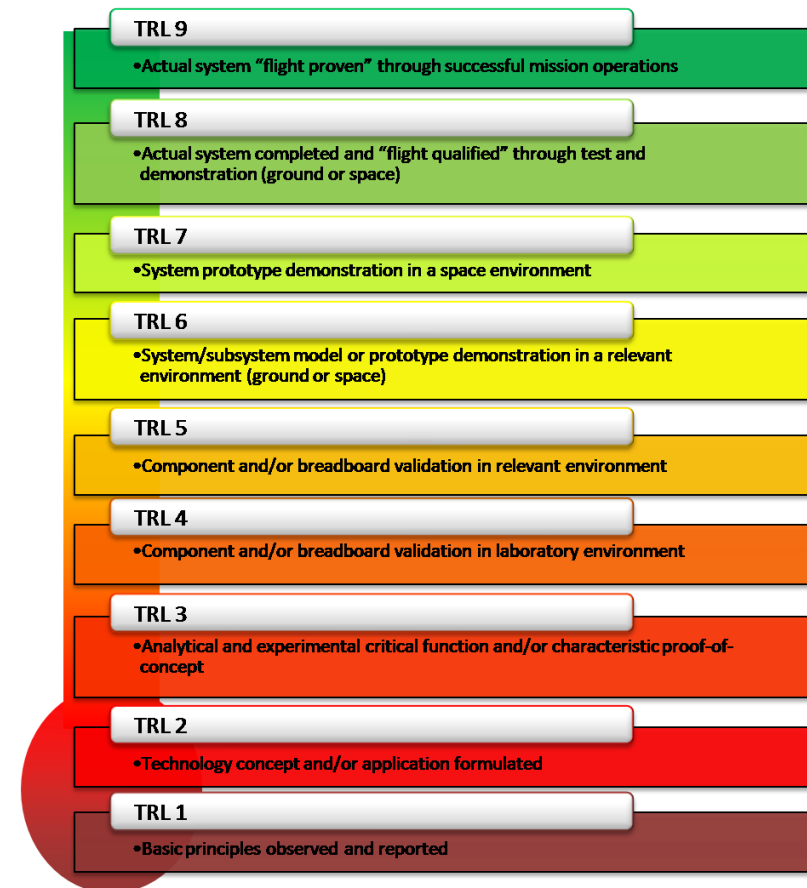
Teknologikvalifisering er en prosess Statens Vegvesen har implementert i prosjektet Ferjefri E39. Bakgrunnen er at man har en tendens til å foretrekke velkjent og utprøvd teknologi framfor løsninger med ny

teknologi, fordi den nye teknologien introduserer usikkerheter. Dette gjelder eksempelvis fjordkryssinger på E39. Bruk av teknologikvalifisering reduserer risikoen, og kan derfor muliggjøre prosjekter som faktisk ikke lar seg løse med kjent teknologi. Formålet med teknologikvalifiseringen er å fremskaffe bevis som underbygger at en teknologi vil fungere for angitt bruk innenfor angitte driftsbegrensninger. Kvalifiseringen kan benyttes der kravene i eksisterende standarder ikke er dekkende for å verifisere teknologien. Metoden er basert på praksis i subsea olje og gass, og er også kjent fra romfart.



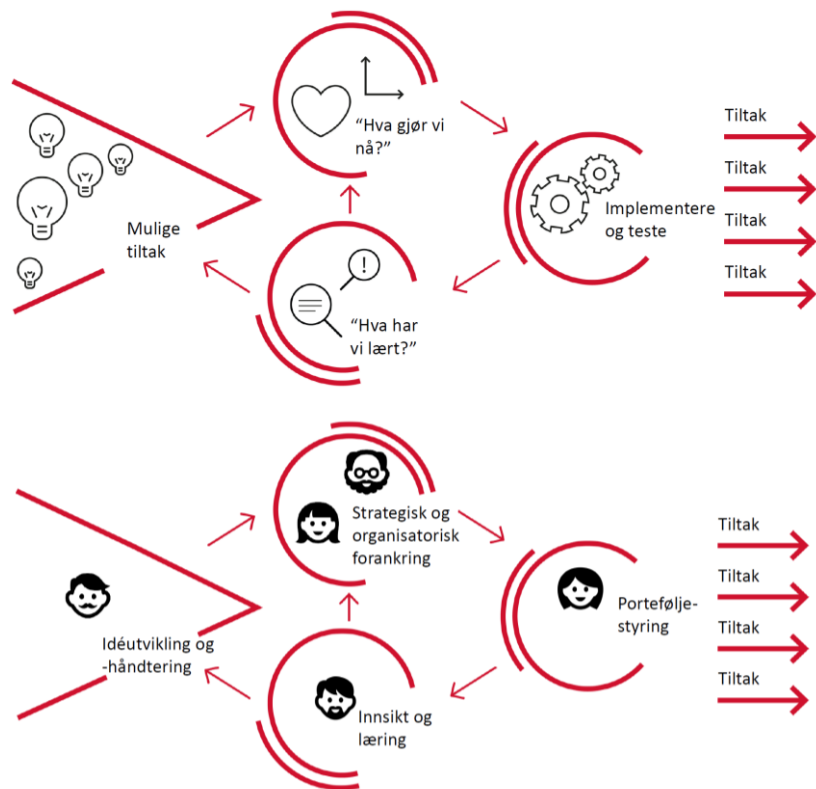
Bilde: Statens Vegvesen har utarbeidet en veileder i teknologikvalifisering for fjordkryssingsprosjektet – basert på praksis i subsea/olje gass (DNV-RP-A203) (Kilde: Statens Vegvesen – www.vegvesen.no/feriefrie39)

NASA har også etablert et konsept de kaller Technology Readiness Level, hvor ulike teknologier vurderes i forhold til nivåer av modenhet.



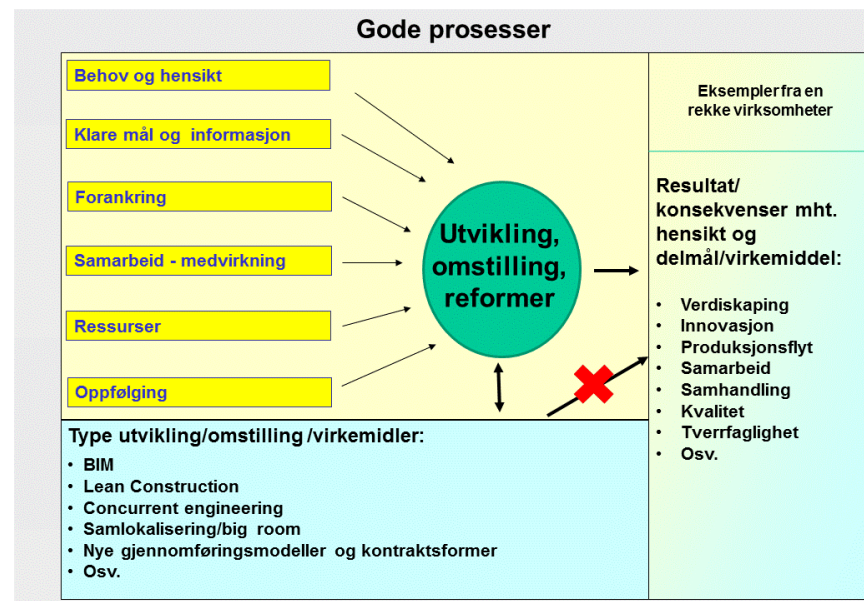
Figur: Technology Readiness Level (Kilde: www.nasa.gov)

Helhetskompetanse og kunnskap om sammenhenger og gjensidig påvirkning i endrings- og utviklingsprosesser er et viktig for å kunne vurdere



Figurer: Den iterative prosessen rundt ideutvikling og implementering (Kilde: Sopra Steria 2019)

hvilke type beslutninger som må tas, når de må tas og av hvem de må tas – og for å kunne rigge implementeringsprosessen.



Figur: Prosesselementer i dynamiske utviklingsprosesser (Kilde: Fafo og SamBIM)

Tydelige definerte mål er et viktig styringsverktøy i beslutningsprosesser. Visjonsverksteder og strategiutvikling er eksempler på arenaer for måldefinisjon. Det å definere mål krever en god forståelse av (og ofte balanse mellom) behov (pull) og muligheter (push).

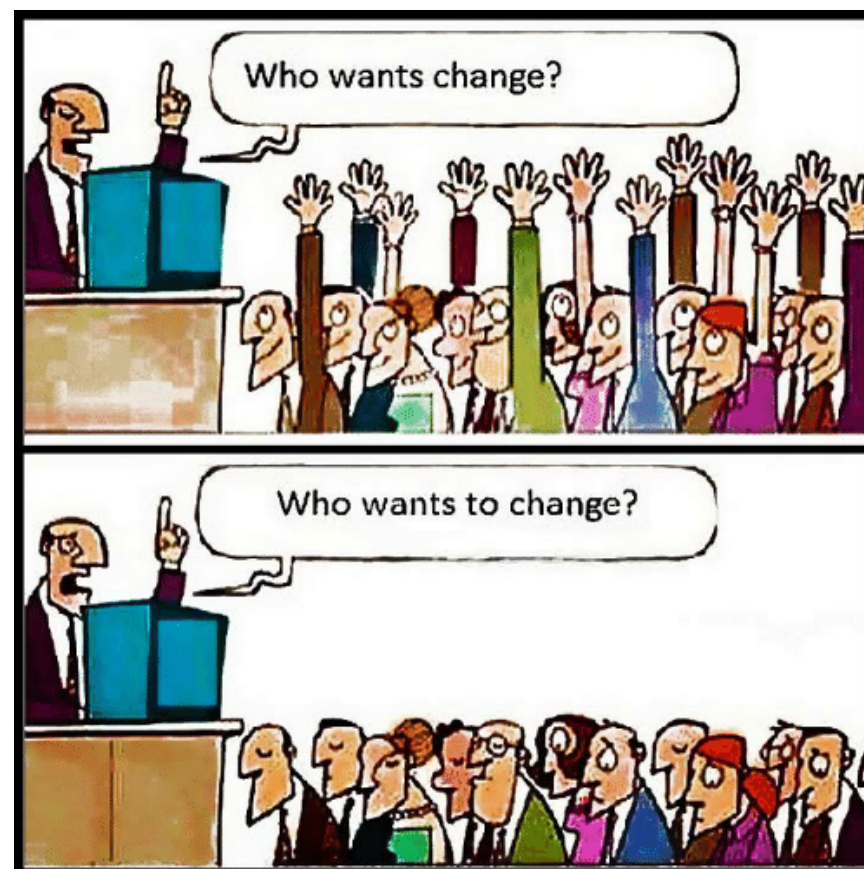
4.5 Verktøy for implementering, testing og læring

Ledelse av implementeringsprosessen

Endringsledelse er en egen fagdisiplin som det undervises i ved en rekke universiteter – og et viktig verktøy for forbedring og. Endringsledelse går på å forstå drivkrefter og motkrefter, omstillingsprosesser, endringskapasitet, adferd, involvering, lederstil og juridiske rammebetingelser. Dette er en kompetanse som blir mer og mer nødvendig på flere ledernivåer i en organisasjon eller prosjekt.

Forankring og medvirkning

Like viktig som en god forankring av beslutninger og eierskap på ledernivå, er det å skape eierskap og engasjement blant de som skal ta i bruk, eller som blir påvirket av endringen. Det å skape forståelse for hvorfor endringen er nødvendig, hva som er hensikt og forventet nytte er en start. Det finnes en rekke aktører/rådgivere som bistår som fasilitatorer i medvirkningsprosesser. I tillegg til å sikre involvering (reduere risikoen for stor motstand), ligger det et også et utviklingselement i disse prosessene (ved for eksempel bedre innsikt i behov).



Figur: Kultur og engasjement som barrierer i en endringsprosess

Testing

For å redusere risiko er de ofte behov for å teste løsninger på en avgrenset måte slik at de kan videreutvikles/forbedres før full utrulling eller produksjon. Her følger noen eksempler.

Pilotering og «levende laboratorier» er velkjente virkemidler for uttesting innen mange FoU-prosjekter i BAE-næringen i dag. Statsbygg prøver for eksempel ut sin digitale satsing Digibbygg ut på utvalgte byggeprosjekter, for læring og videreutvikling. Et annet eksempel er ZEB-senterets piloter.

Sandbox er et verktøy som opprinnelig brukes innen programvareutvikling. En Sandbox (sandkasse) er en testomgivelse som isolerer ikke-testede endringer og ren eksperimentering fra selve produksjonsomgivelse. Finanstilsynet har for eksempel etablert en sandbox for fintech-selskaper og -tjenester³².

Prototype er en tidlig versjon eller modell av et produkt som skal testes ut i et konsept eller i en prosess. Prototyping gir grunnlag for validering/evaluering og input til videre utvikling.

Læring, evaluering, kompetanseutvikling

En vellykket implementering stopper ikke ved beslutningen om igangsetting.

Behovet for **oppfølging** undervurderes ofte – og de **ressursene** implementeringen krever når det gjelder ledelse, økonomi, teknologistøtte og utstyr.

Måling, både kvantitativ (datafangst ved sensorer, spørreundersøkelser, statistikk) og kvalitativ (evaluering av brukbarhet, intervjuer, gåturer med brukere) gir en tilbakemelding for læring og forbedring.

Virkemiddelapparatet og infrastruktur

Det å utvikle eller teste ut innovasjoner med stort potensial for å utløse grunnleggende endringer i måten vi som bransje arbeider på eller produktene vi designer og bygger, innebærer stor risiko og krever ressurser. BAE-næringen består for en stor del av små- og mellomstore bedrifter, med begrensede muskler for store løft, hver for seg. Det vil være viktig å utnytte det virkemiddelapparatet vi som næring allerede har tilgang til i dag – for eksempel:

- Norges Forskningsråd, Innovasjon Norge mfl
- Bransje- og interesseorganisasjonene

³² <https://www.finanstilsynet.no/tema/fintech/>

- Universitets- og instituttsektoren (studenter, fagekspert, laboratorier og programmer/prosjekter)
- Nettverk og samarbeidsplattformer som Bygg21, Prosjekt Norge, Grønn Byggallianse, BuildingSmart mfl.



Bilde: Living Lab på Gløshaugen i Trondheim, bygd av NTNU og ZEB³³ som testbolig bebodd av frivillige som bruker den som sitt hjem (Foto: Katrine Peck Sze Lim)

³³ FME-senteret Zero Emission Buildings: <http://zeb.no/index.php/en/>

5 Refleksjoner og forslag til videre aktivitet

Vi startet dette forprosjektet med høye ambisjoner – og vi har kommet et godt stykke på vei med å utvikle en eksempelsamling (denne rapporten) på innovasjoner med kvantesprangpotensial og på hvilke verktøy vi har i dag som kan passe i en verktøykasse for kvantesprang.

Vi har også sett hvor mye kraft som ligger i åpen erfaringsutveksling og i å samle folk fra ulike bedrifter og næringer for å diskutere fremtiden og felles muligheter og utfordringer.

Men hva nå videre?

Denne rapporten skal være et første fundament for videre diskusjoner og aktivitet. Nedenfor følger noen forslag til oppfølgingsaktiviteter - med utgangspunkt i (minst) tre kunnskapsnøkler til å håndtere kvantesprang;

1. det å kunne gjenkjenne dem,
2. det å ha verktøy og metoder til å kunne utnytte fordelene de kan gi for eksisterende (eller ny) business og
3. det å identifisere og bygge «riktige» relasjoner

Nettverk og erfaringsutveksling

- Opprette et forum for videre diskusjon og erfaringsutveksling –

- Som springbrett for relasjonsbygging og prosjektetablering
- For eksempel innenfor Prosjekt Norge/BAE-programmet (CoP – Community of Practice)
- Dra på studietur til aktører eller prosjekter som er i front eller som prøver ut nye konsepter/innovasjoner.
 - For eksempel Googles Sidewalk Labs og smart city i Toronto

Kunnskapsutvikling og FoU

- Kartlegging og utredning
 - Kartlegge *aktører* med kvantesprangpotensial – hvem i dag, nasjonalt og internasjonalt, driver innovasjon som gir dem konkurransefortrinn i BAE-næringen og åpner nye markeder.
 - Etablering av scenarier med utgangspunkt i valgte drivere (som teknologiutviklingen) – for eksempel i regi av Prosjekt Norge eller BAE-programmet, med hjelp av profesjonell aktør
 - Forecasting og teknologiovervåking – et bransjeansvar eller opp til den enkelte? Behov for å systematisere/samordne?
 - Hvis vi skulle startet bygge- og anleggsnæringen fra scratch, hvordan ville vi gjort det – hvem ville vært

aktørene og hvordan ville den vært innrettet? Tema for idemyldring i regi av academia eller Prosjekt Norge

- Casestudier
 - Se nærmere på virksomheter som faktisk har bidratt til, eller greid å lage en forretning ut av, kvantesprang. Hva kjennetegner for eksempel Tesla, Google, Amazon og deres forretningsmodeller? Hva skulle til, hva var til stede i prosessene disse har drevet? Er noe av dette overførbart til vår egne prosjektbaserte næringer?
 - Kan være del av master- og phd-oppgaver
- Verktøyutvikling
 - Videreutvikling/tilpasning og/eller uttesting av eksisterende verktøy (de vi har presentert her i rapporten eller andre)
- Nye løsninger (eksempler)
 - Eierskap til data – dilemmaet person/bedriftsvern kontra åpenhet, fri flyt og data som den nye handelsvaren. En av de store utfordringene vi ser akkurat nå er dikotomien mellom deling av data (som øker den potensielle totalverdien av data kraftig) og eksklusivt eierskap (som sikrer inntekter til selskapet som genererer dataene). Dette er ikke løst.
- Utprøving og læring
 - Igangsetting av pilotstudier, sandbox/prototyping

- Utvikle modeller for styring, oppfølging og læring i pilotarbeidet

