Forstudierapport for Prosjekt Norge

Endelig versjon: 12. februar 2020

Innholdsliste

	Tema	Side
1	Innledning	3
2	Typer av beslutninger	4
3	Beslutningsprosesser, modeller og kriterier	5
4	Digitalisering	6
5	Digital modenhet	7
6	Dagens bruk av digital teknologi i prosjektene	8
7	Digitalisert prosjektgjennomføringsmodell	16
8	Beslutninger i en turbulent og uforutsigbar verden	19
9	Autonomi i beslutninger og beslutningsprosesser – fakta eller fiksjon *Fra digital beslutningsstøtte til autonome beslutninger?*	20
10	Roller og forståelse for digitalisering	22
11	Hovedfunn	22
12	Forslag til temaer for et større FOU-prosjekt	23
12	Referanser	24

Forord

Denne forstudierapporten er utarbeidet for Prosjekt Norge, og er en innledende kartlegging og refleksjon rundt betydning av digitalisering for beslutninger og prosjektgjennomføring.

NB: Det er kun en innledende kartlegging og refleksjon rundt temaene, og ikke en vitenskapelig formelt korrekt innsamling av data og fakta.

Jon Lereim

Oslo

12. februar 2020

Forstudierapport

Bedre beslutninger og betydning av digitalisering for prosjektgjennomføring

1. Innledning

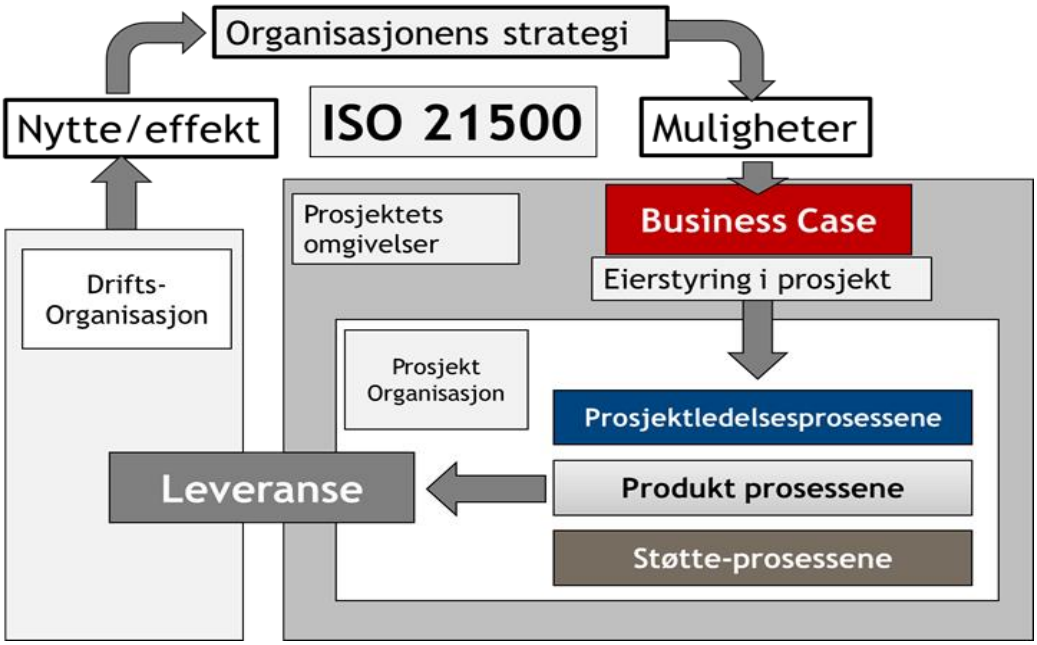
Digitalisering endrer måten prosjekter planlegges og gjennomføres på. Det gjelder for alle prosjektprosessene, produksjonsprosessene, støtteprosessene og ledelsesprosessene.

Denne lille forstudien er en innledende kartlegging hvordan digitalisering, herunder Big data, maskin-læring, robotisering i produksjon og for tilstandskontroll, AI og sensorteknologi, kan påvirke de sentrale arbeidsprosessene, beslutningsprosessene og rolle til sentrale beslutningstagere både finansielt og for verdiskapning samt for kvalitet, presisjon og pålitelighet på gjennomføringen.

Overordnet formål med undersøkelsen:

Overordnet formål med forprosjektet er å bidra til å kartlegge omfang og betydning av digitalisering for prosjektgjennomføring og hvorvidt det bidrar til bedre og mer evidensbaserte beslutninger og høyere presisjonsnivå i prosjektgjennomføringsmodeller og arbeidsprosesser ved blant annet nyttiggjørelse av digitaliserte prediktive og preskriptive analysemetodikker.

ISO 21500, Guidance on Project Management, er brukt som integrert referanseramme for denne forenklede forundersøkelsen. Den overordnete modellen er vist i figur 1 under. Veilederen er generisk og relevant for alle typer prosjekter



Figur 1 ISO 21500 «Guidance on Project Management» – Overordnet modell av prosjektledelseskonsepter og deres koblinger

Modellen i ISO 21500 er unik i den forstand at den setter prosjektene inn i en virksomhetskontekst ut fra behov og nytte samt poengterer de tre viktigste prosesskategorier under prosjektplanlegging og gjennomføring.

Disse er:

- Prosjektledelsesprosessene; både struktur og kultur
- Produkt- og leveranseprosessene; den direkte produksjonen og tilhørende arbeidsprosesser for utvikling og realisering
- Støtteprosessene som for eksempel logistikk og forsyningskjeder, finansiering, regnskap, sikkerhet, etc.

Forstudierapporten er en innledende kartlegging og refleksjon som identifiserer omfang av og mulige virkninger av digitalisering for alle de tre hovedkategorier av prosjektprosesser i ISO 21500 som vist i figur 1.

Forstudierapporten inneholder blant annet:

- Kategorisering av ulike beslutninger
- Betydning av digitalisering for rolle til beslutningstagere
- Autonome beslutninger
    - Kriterier for seleksjon av autonome beslutninger
    - Hvordan ivareta Governance funksjonen ved heldigitale gjennomføringsmodeller
- Betydning av digitalisering for beslutninger i og rundt prosjekter, før prosjektvalg og underveis i gjennomføringen med bruk av sømløse stage gate baserte prosjektmodeller.

2. Typer av beslutninger

Det tas beslutninger på alle nivåer i en organisasjon, det være seg løpende drift så vel som i prosjektene. Flere perspektiver og dimensjoner kan knyttes til beslutninger, og i denne sammenheng kan det være naturlig å skille mellom

a) Strategiske og taktiske beslutninger
b) Operasjonelle beslutninger

Med strategiske beslutninger menes beslutninger og valg som gir retning og ambisjoner på videre utvikling og gjennomføring av prosjektene, og dekker alle former for prosjektstrategier, mens taktiske beslutninger er bevisste valg knyttet til hvordan sikre virkeliggjøring av mål og strategier.

Med operasjonelle beslutninger menes beslutninger og valg knyttet til løpende styring og gjennomføring av de ulike prosesskategoriene i prosjektene.

En annen vesentlig faktor er differensiering mellom strukturelle og kulturelle dimensjoner i beslutninger og beslutningsprosesser. Kulturelle perspektiver og dimensjoner er særlig knyttet opp mot virksomhets- og prosjektledelse og lederskap, men vil også indirekte ha betydning for produksjonsprosessene og støtteprosessene under planlegging og prosjektgjennomføring.

Strukturelle dimensjoner er hovedsakelig planlegging og styring av prosjektprosessene, og kan kategoriseres som det kybernetiske element i prosjektene. (Oppgaveperspektivet)

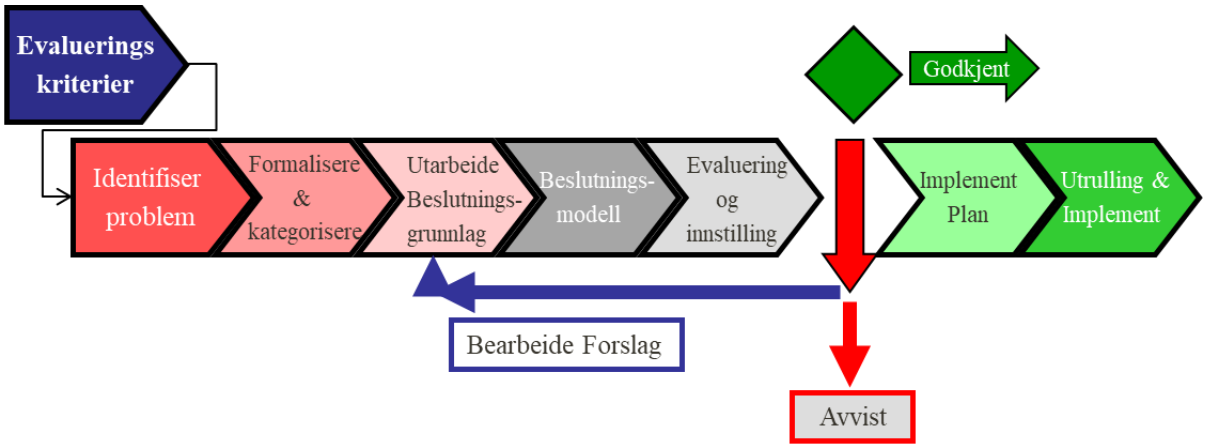
Kulturelle dimensjoner er i hovedsak de relasjonelle perspektivene som omfatter organisering, teamutvikling, samhandling og lederskap (Relasjonsperspektivet).

3. Beslutningsprosesser, modeller og kriterier

Beslutninger foretas til enhver tid, i normal operativ drift så vel som i prosjekter. Beslutninger i prosjektene må ofte tas under mer ekstreme forhold enn i løpende drift grunnet ofte mangel på tid, for lite ressurser og andre kompliserende forhold. Dermed kan beslutninger i prosjektene måtte tas under mer ekstreme og ufullstendige forutsetninger enn i den løpende kontinuerlige driften. Det kan bety at beslutninger tas på ikke komplett faktagrunnlag, eller beslutninger tas under usikkerhet. Like fullt tas det beslutninger. Under slike forutsetninger og forhold er det viktig at beslutningene ikke er tilfeldige, men blir planlagt og tatt under best mulige forutsetninger og fakta for deretter sikre en konsistent realisering av beslutningen. I den sammenheng er det vesentlig at beslutninger kan bygge på mest mulig grad av evidens og fakta, og ikke være preget av tilfeldigheter, subjektivitet og individuelle preferanser.

Beslutninger bør derfor være evidens- og faktabasert med størst mulig grad av objektivitet for å hindre individuell subjektiv tilnærming. Det kan oppnås ved å ha etablerte beslutningsprosesser med naturlige steg med en logisk rekkefølge fra evaluering til beslutning og påfølgende implementering/iverksettelse av beslutningen, det vil si en strukturert og systematisk prosess for beslutninger.

Beslutningsprosesser finnes i en rekke varianter, og en enkleste form er vist i figur 2 under.



Figur 2 skisse på generisk beslutningsprosess for å sikre struktur og systematikk

Et nøkkelspørsmål er knyttet til på hvilket grunnlag det tas beslutning på, både med hensyn på fakta-underlag, og i forhold til hva blir det evaluert i forhold til. Det siste gjøres i forhold til et sett av evalueringskriterier, og disse må være etablert i forkant av en beslutning for å være mest mulig objektive og løsningsnøytrale.

Evalueringskriterier må etableres før en beslutningsprosess skal initieres, det gjelder på strategisk nivå så vel som på operasjonelt nivå. Det bør eksempelvis ved prosjektvalg være ulike evalueringskriterier, samt relativ vekting av de ulike kriteriene. Dette er etablert praksis for prosjektvalg, så vel som for konseptvalg og andre strategiske beslutninger som skal tas i løpet av prosjektgjennomføringen. Selve beslutningsmodellen bør følge prinsipper innen prosesstyring der også beslutningstrær kan inkluderes for konsekvensvurderinger av alternative utfall.
For mer operative beslutninger er det ofte praksis å bruke prinsippene innen kybernetikk med tilhørende prosesskontrollparametere. Da kan man oppnå en dynamisk og løpende kontroll & styring for beslutninger til det operasjonelle, slik som for eksempel dynamisk posisjonering av et fartøy og hvilke prosesskontrollparametere som kan brukes til å ligge på lokasjon.

Vil digitalisering og digital teknologi øke presisjon, tempo og kvalitet på beslutningene i prosjektene?

4. Digitalisering

Digitalisering er forenklet sagt transformasjon av data, forretningsmodeller og prosjektprosesser gjennom strategisk og operasjonell bruk av digitale teknologier.

Det muliggjøres gjennom avansert bruk av maskinlæring (ML), kunstig intelligens (AI) til håndtering og analyse av den eksponentielle veksten i tilgjengelige data og evne til å vurdere hvilke data som er relevante i de respektive prosessene.

Digitale teknologier omfatter blant annet, men ikke begrenset til:

- Utstrakt bruk av sensorteknologi
- Globalt tilgjengelig miljøinformasjon
- Datakilder på tvers av bransjer og prosjekter
- «Cloud computing» som gjør det mulig å håndtere skalerbare og variable lagringsmuligheter og prosessering «On demand», etter behov
- 3 D Scanning for reelle objekter og miljø
- BIM modeller
- Digitale tvillinger
- Spill-modeller for online analyse, overvåkning, evaluering og justeringer i systemer
- Data prosessering i sann tid
- Bruk av droner til overvåkning, både i luft og vann
- Datadrevet og selvlærende maskinlæring
- Autonome enheter.

Avanserte algoritmer og modeller for styring av disse teknologiene er ofte tilgjengelige i åpen kildekode.

Hva er tilstanden i prosjektverden? Det er en stor variasjon i bruk av digitale teknologier i planlegging, styring og ledelse av prosjekter. I noen prosjekter og miljøer brukes digitale teknologier i utstrakt grad, i andre bare marginalt.

Resultatene fra den innledende kartleggingen i forstudien indikerer potensialet til økt bruk av digitale teknologier og digitalisering, og hvordan digitalisering kan brukes i økt grad knyttet til beslutninger og beslutningsprosesser.

Hypotese: *Det er et formidabelt potensiale med hensyn på effektivitetsøkning, høyere presisjon, tempo og kvalitet på leveransene, samt at beslutninger i større grad enn noen gang kan bli mer evidensbaserte.*

Det medfører at magefølelsen og individuelle subjektive oppfatninger kan få redusert betydning, dersom digitalisering og digital teknologi brukes til analyse og systematisering av data inklusive foredling av rådata gjennom siling og prioritering av hvilke data som er relevante og hensiktsmessige for den respektive beslutning.

Er det bare positive dimensjoner ved større bruk av digitalisering og tilhørende teknologi og modeller i beslutningsprosesser?

Til tross for en hypotese om klare gevinster så bør det også vurderes hvorvidt sårbarhet og cyber kriminalitet blir et økende problem ved heldigitale leveransemodeller for prosjektgjennomføring og styring, og tilhørende driftsmodeller av systemer.

5. Digital modenhet

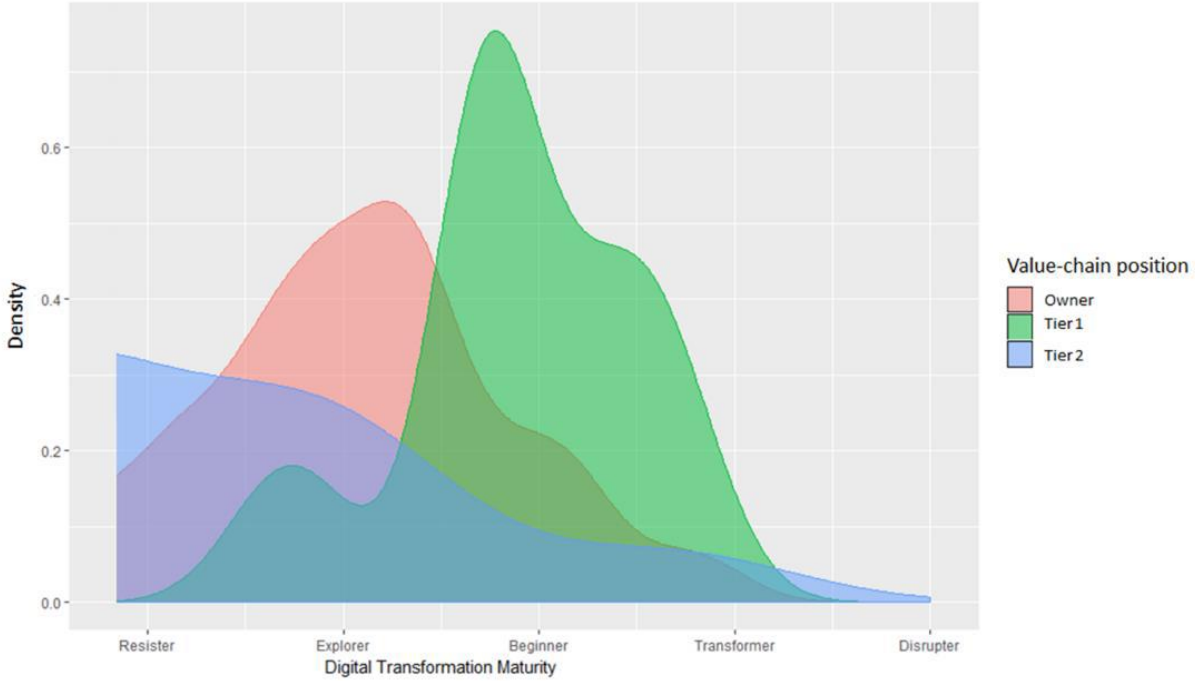
International Data Corporation, IDC, har utført en analyse på vegne av Siemens AG for vurdering av digital modenhet i store kapitalintensive prosjekter. (Bigliani & Verselino 2018) De har brukt en skala fra 1 til 5 i klassifisering av digital modenhet med følgende kategorier:

Nivå 1 motstander, nivå 2 utforsker, nivå 3 begynner, nivå 4 transformator, nivå 5 disrupter.

IDC har utviklet en digital modenhetsmodell for store kapitalintensive prosjekter i energisektoren, der de har analysert digital modenhet hos operatør/eier (asset owners) så vel som hos EPC-entreprenørene og deres underentreprenører.

Noen av høydepunktene er oppsummert:

- 77% av selskapene i studien som er involvert i større kapitalprosjekter (eiere og EPC-entreprenører) er i starten av deres digitale transformasjonsreise. 13 % av EPC selskapene er klassifisert som digitale utforskere, nivå 2 (på en skala 1 – 5), og bare 10 % er såkalte digitale begynnere, nivå 3.
- Høyere digital modenhet resulterer i bedre prestasjoner. Lønnsomheten til digitale begynnere (nivå 3) er i gjennomsnitt 3.5 punkter høyere enn for digitale utforskere (nivå 2) målt i form av EBITDA over salg
- Sikkerhet viser samme positive trend; i gjennomsnitt 20 % fra nivå 3, begynnere til nivå 4.



Figur 3 Digital modenhetsanalyse av store kapitalprosjekter. Her er Tier 1 EPC-Contractors (totalentreprenører), og Tier 2 er sub-Contractors (under entreprenører)

Resultatene i figur 3 viser større grad av digital modenhet hos EPC totalentreprenørene enn hos eiere/operatører så vel som hos underentreprenører. Dette skyldes blant annet at EPC totalentreprenørene føler en stadig sterkere konkurranse globalt både på pris, kvalitet og gjennomføringstid. Digitalisering er vurdert som ett av de viktigste grep for å øke konkurransekraften og posisjon til den enkelte EPC totalentreprenør i store kapitalprosjekter.

6. Dagens bruk av digital teknologi i prosjektene

Digital teknologi og digitalisering brukes i et stadig større omfang, er i kontinuerlig forandring og må oppdateres hele tiden.
En oversikt fra den innledende kartleggingen er gitt i tabell 1 under.

*Tabell 1: innledende kartlegging av **dagens bruk av digital teknologi** i prosjektene*

Prosesser	Fysiske prosjekter	IKT-prosjekter/ produktutvikling	M&A-prosjekter	Omorganiserings-prosjekter
*Prosjektledelses-prosessene *)*	Planlegging & styring **I vesentlig grad**	Planlegging og styring **I vesentlig grad**	Planlegging og styring- **Varierende**	Planlegging og styring – **I begrenset grad**
Produkt- og arbeids-prosessesene	Standardisert prosjektering & verifikasjon BIM Digital tvilling Dimensjonsstyring Bygg-oppfølging Sensorteknologi Droner Maskinstyring **Utstrakt bruk**	***EA** -Enterprise Architecture* modellering Agile metoder Scrum; Data-digitalisert? Bundling av ulike systemer Design Thinking og digital datafangst **Omfattende bruk**	Business Case **Varierende**	Kan brukes til simulering av ulike organisasjons-modeller og verdi-nettverk **I begrenset grad**
Støtte-prosessene	Anskaffelser & kategoristyring Logistikk og forsyning **I betydelig grad**	Bundling og integrasjon av støtte-systemer **I stor grad**	Datarom Analyser av økonomiske resultater **I noen grad**	Kontrakt-strategier **??**

*) Prosjektledelsesprosessene er videre utdypet i tabell 2.

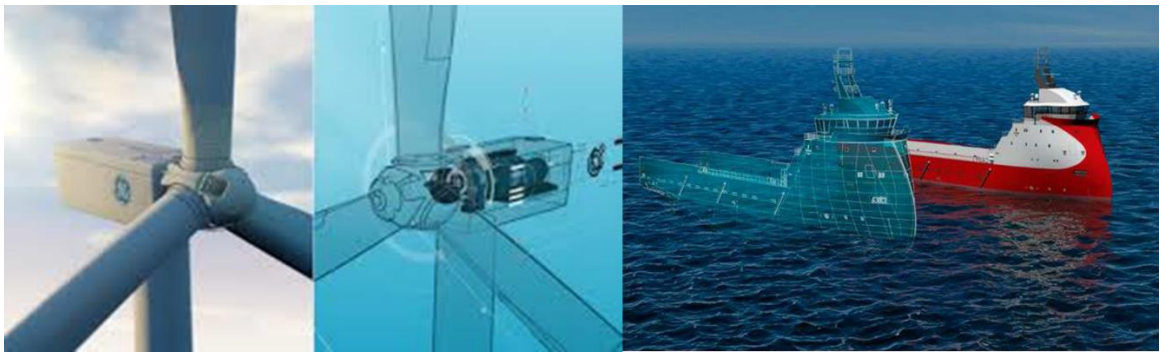
Den innledende kartleggingen viser at bruk av digital teknologi er mest utbredt innen produkt- og arbeidsprosessene, samt på flere av støtteprosessene, blant annet innen anskaffelser og logistikk med kategoristyring, samt for kostnads- og likviditetsstyring.

6.1 Produkt- og arbeidsprosessene

Relevante eksempler knyttet til produktprosessene er bruk av digitale tvillinger og som er vist i figur 4 under. Siste generasjon av digitale tvillinger er skybaserte.

Bruk av den digitale tvilling i de ulike prosjektfasene gir mange muligheter:

- I konsept og design;
  - Planlegging
  - Teste alternative konsepter og scenarier i forkant av beslutninger
- I konstruksjonsfasen
  - Byggbar løsning ut fra effektivitet, logistikk og sikkerhet
  - Robusthet
- I sammenstillingsfasen
  - Toleransepresisjon
- I uttesting og verifikasjon
- Ved oppstart, drift og vedlikehold
- Mulig med fjernkontroll, sensorteknologi og dataprosessering i sann tid
- Bedre avvikshåndtering og «Fit for Purpose»-evalueringer
- Raskere beslutninger



Figur 4 Eksempler på digital tvilling som brukes i produktprosessene

Figur 5 Eksempel fra Johan Sverdrup-utbyggingen på bruk av spill-modeller sammen med digitale tvillinger

Olje og gass-industrien er trolig lengst fremme på bruk av digitalisering og digital teknologi på fysiske byggeprosjekter grunnet stor kompleksitet og behov for effektivisering, sikkerhet og kvalitetssikring i produkt- og arbeidsprosessene. Se figur 5.

Landbasert bygg og anlegg har også i vesentlig grad innført bruk av digital teknologi i forbindelse med produktprosessene og arbeidsprosessene. Eksempler er innenfor geomatikk, dimensjonskontroll og bruk av droner til fastlegging av nivåer og masseuttak. Videre er BIM et viktig virkemiddel for bedre kvalitet og presisjon for prosjektutviklingen. BIM står for Building Information Modelling og brukes i utstrakt grad til produktutvikling og styring.

Videre har såkalt Augmented Reality (AR) åpnet opp for muligheter til fjernstyrte sikkerhetsgjennomganger og byggbarhets-vurderinger der ubemannede robotsystemer kan utføre alt fra FAT på utstyr til sikkerhetssjekk, samt bruk av sensorer for overvåkning og tilstandskontroll. Augmented Reality er en kombinasjon av fysiske fakta og en digital modell, der en digital modell overlagres den fysiske.

Referanse til rapport fra IPA, Independent Project Analysis Group. (FAT: Factory Acceptance Test) (Ray & Wallace 2019)

Figur 6 Eksempelbilde med drone fra utbygging Rugtvedt Dørdal på E 18 offisielt åpnet 2. desember 2019, der droner med video ble brukt til masseberegninger

6.2 Støtteprosesser

Innen støtteprosessene på anskaffelser/forsyningskjeder/logistikk er digitale verktøy tatt i bruk i betydelig grad innen mange bransjer. Rammeavtaler kan iverksettes og brukes med automatiserte og robotiserte bestillinger og leveranser for anskaffelser av bulk/standard materialer og produkter, basert på et sett av kvalifikasjonskriterier. Dette kan kobles med etablering av kategoristyring og digitalisering av hele forsyningskjeden som eksemplifisert i figur 6. Innen logistikk og forsyningskjeder tar man i stor grad i bruk digitalisering gjennom datadreven maskinlæring. Målet er å utvikle «selvlærende» terminaler som hele tiden tar bedre og bedre beslutninger om hvordan gods beveger seg i et logistikknettverk, slik at alle ressurser utnyttes effektivt og miljøvennlig. Logistikknettverket blir da mer dynamisk og dette gir både kostnads- og miljøgevinster for alle involverte aktører, (se Knut Fredrik Ramstad 2020. Dette er vesentlige elementer i større byggeprosjekter der logistikk og forsyning er en stor andel av samlet aktivitet i prosjektene, særlig på større veianleggsprosjekter med store avstander langs linja i prosjektene.
Tilsvarende benytter støtte-prosesser innen regnskap og økonomi digitale teknologier gjennom bruk av moderne ERP-systemer som automatisk generer status og tilstand og sikrer god likviditetsstyring. Bruk av EA - Enterprise Architect modelleringsverktøy øker kvaliteten, pålitelighet og effektivitet av eksisterende tilgjengelige ERP-systemer.

Figur 7 Eksempel på kategoristyring og forsyningsledelse der stor grad av digitalisering og digitale systemer brukes, spesielt for operasjonell /anskaffelser/innkjøp

6.3 Prosjektledelsesprosessene

*Tabell 2 Innledende kartlegging av **dagens praksis i bruk av digital teknologi** i prosjektledelsesprosessene.*

Prosjektledelses-prosessene	Fysiske prosjekter	IKT-prosjekter/ produktutvikling	M&A-prosjekter	Organisasjons-prosjekter
a) Planlegging og styring				
Operasjonelle beslutninger	Digital prosjektmodell for gjennomføring Dokumentstyring Prognoser for verdiskapning Risikoanalyser Interessent-analyse Endringer Avvik **I noen grad**	Digital & smidig prosjektmodell for gjennomføring Dokumentstyring Prognoser for verdiskapning Risikoanalyser Interessent-analyse Endringer Avvik **I vesentlig grad**	**Enkle prosjekt-modeller**	Implementerings-plan Kommunikasjon Ressursplan og styring **I begrenset grad**
b) Ledelse og organisering				
Strategiske og taktiske beslutninger **)	Til datafangst og analyse av data Prosjektutvelgelse ved konsistente seleksjonskriterier Konseptvalg Kriterier for konseptvalg Kontraktstruktur **Varierende**	Til datafangst og analyse av data Prosjektutvelgelse ved konsistente seleksjonskriterier Konseptvalg Kriterier for konseptvalg Kontraktstruktur **Varierende**	Business Case og verdianalyse **Varierende**	Business case og evaluering av organisasjons-kultur Implementering av organisasjons-modell **I begrenset grad**

***) Kultur og relasjoner individuelt, organisatorisk og politisk har økt betydning i strategiske beslutninger*

Prosjektledelsesprosessene kan kategoriseres i a) planlegg/styring henholdsvis b) ledelse og organisering og oppsummert i tabell 2. Blant disse hovedkategoriene har digitalisering og bruk av digitale verktøy hittil vært mest utbredt knyttet til planlegging og styring. Underprosessene innen prosjektplanlegging og -styring er i sin natur særlig egnet til digitalisering og bruk av digital teknologi og modeller.

a) Planlegging, gjennomføring og styring

Prosjektplanlegging skjer i stor grad med etablert programvare og prosjektplanleggingsverktøy. Det eksisterer en del programvare, som for eksempel DynaRoad(Magnet Project), Prosjektplassen, MS Project, Prima Vera og Safran. MS Project brukes på både små og større prosjekter, mens DynaRoad, Prima Vera og Safran primært anvendes på store komplekse flerfaglige prosjekter. Disse verktøyene er kompatible med Excel og andre digitale/tekniske støttesystemer. Disse brukes til etablering av prosjektets baseline blant annet, samt utarbeidelse av kritisk linje og aktivitetsnettverk. Dette kan genereres automatisk når input er definert.

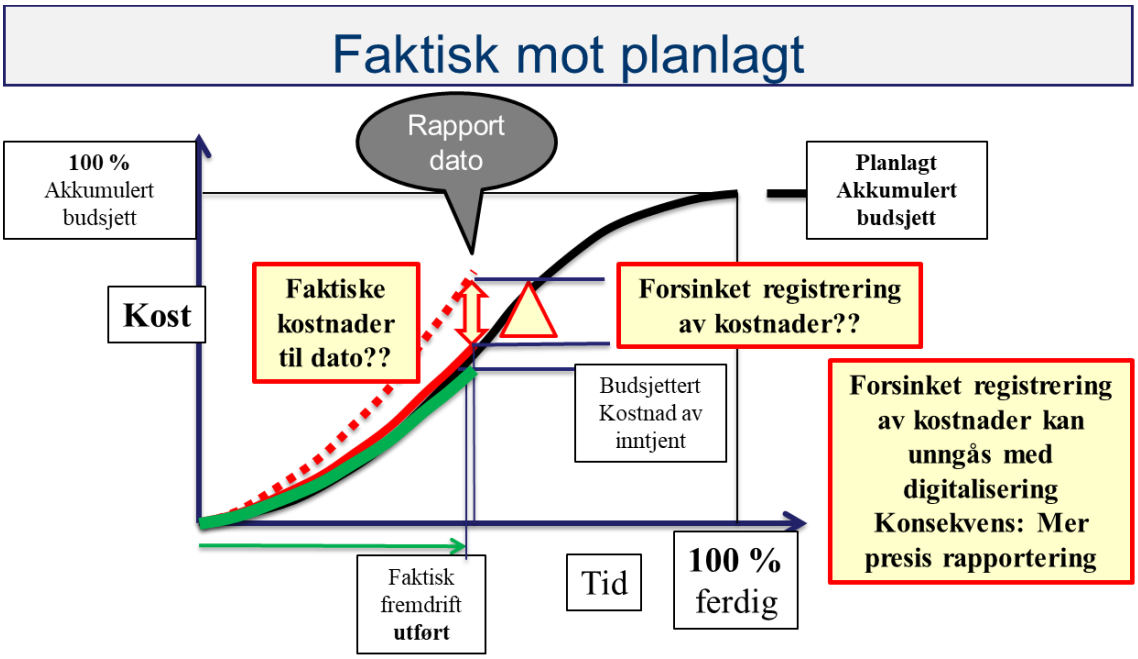
Prosjektstyring og gjennomføring baseres på bruk av utarbeidete prosjektplaner for å sammenligne faktisk tilstand med planlagt til enhver tid pluss å utarbeide prognoser. Innsamling og håndtering av relevante rapporteringsdata og statusdokumentasjon gjøres på ulikt vis. Det er stor variasjon i praksis og noe overraskende hvor mye manuell datahåndtering fortsatt skjer knyttet til rapportering av fremdrift, kostnadsutvikling verdiskapning og prognoser. Det er ulike årsaker til dette. Noen momenter er følgende, ifølge Ray & Wallace, IPA 2019:

- Mangel på fokuserte informasjonsledelses-systemer
- Mangel på klarhet i hvilke typer av digitaliseringsverktøy som passer inn i leveransesystemet til prosjektene
- Dels manglende transformasjonsevne mellom interne og eksterne systemer, som kan automatiseres, lokalt og i skyen
- En rekke prosesser loggføres manuelt der prosjektteamet måler data og tilstand manuelt (ofte registrert inn i regneark). De manuelle metodene for innsamling og analyse av prosjektdata for utarbeidelse av meningsfylte styringsparametere til dypere innsikt i prosjektstatus og tilstand har ikke vært vellykket i mange tilfelle for større komplekse prosjekter.
- Manglende suksess med dataintegrasjon har ført til at mange faktisk gir opp med hensyn på full digitalisering i prosjektene, en holdning som reduserer konkurranseevne og konkurransekraft.

Mange prosjektbaserte virksomheter har hverken datakyndige prosjektressurser, infrastruktur eller arbeidsprosesser for å fremskaffe gyldige og nyttige styringsdata for prosjektene. Dette er riktignok bedre på digitale prosjekter sammenlignet med fysiske prosjekter, og ulike digitale verktøy brukes i betydelig grad på IKT-prosjekter. Utfordringer også på disse er samhandling og full nyttiggjørelse av de digitale verktøy inklusive synergier ved «bundling».

Datakyndige prosjektressurser (Data Professionals): Mange prosjektorganisasjoner mangler datakyndige prosjektressurser med spesifikk kompetanse innen data Analytics. Digitalisering betyr blant annet supereffektiv håndtering av data og tall, som krever spesialkompetanse innen datastrukturer hvordan integrere mellom systemer og hvem kan kode dette. Data Analytics kompetanse i prosjektene bør være vurdert på linje med de klassiske Engineering disiplinene.
Data Flytprosesser (Data Flow Processes): Det trengs verktøy og prosesser som sikrer at vi får de dataene vi ønsker og med høy flyteffektivitet. Mange har etablert prosessene, men

innsamling av data skjer ofte manuelt og mot slutten av prosjektet. Resultatet er at mye data mistes og er ustrukturerte, samtidig som kjerneteamet i prosjektledelsen er over på nye prosjekter. I alle fall vil mye data registreres for sent og Cut-Off statusrapportering underveis vil dermed ikke vise den virkelig tilstand. Et eksempel på dette er skjematisk illustrert nedenfor i figur 8. Det ser tilsynelatende ut som fremdrift og verdiskapning følger akkumulert ressursbruk; dvs. tilfredsstillende. Hvis samlede faktiske kostnader pr dato ikke er registrert, vil den akkumulerte ressursbruken være vesentlig høyere. Det er et overforbruk og produktiviteten er redusert og det må iverksettes tiltak for å ta igjen det tapte. Digitalisering vil her bidra til at registrering kan skje i sann tid og styringen med styringsgrunnlaget blir mer presist, en klar gevinst og effektivisering.

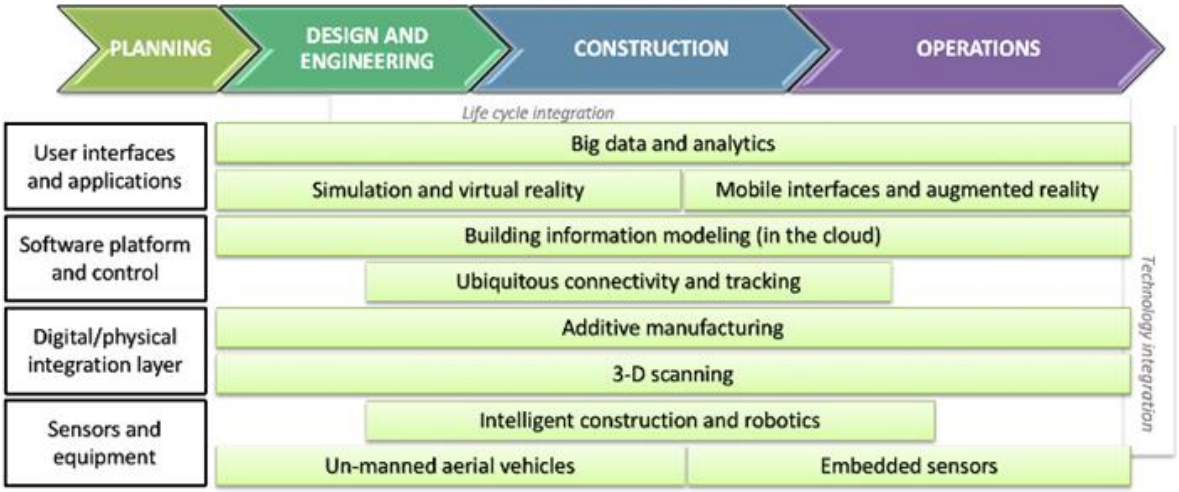


Figur 8 Illustrasjon på hva manuell dataregistrering på fremdrift og akkumulerte kostnader der tidsforsinkelse kan gi feil oppfatning av faktisk tilstand. Sann tid digital og automatisert dataregistrering kan fjerne registrert feil.

Data Infrastruktur: En del selskaper bruker automatiserte systemer. Automatiserte systemer var tatt i bruk for informasjonsflyt mellom regnskap, kost og plan/fremdrift. Automatisering av kontraheringssystemer og kontostrukturer var etablert i begrenset grad, men ambisjonen bør være å få etablert et økosystem for digital infrastruktur som vist i figur 8. Her er særlig fokus på arbeids- og produktprosessene samt støtteprosessene i henhold til ISO 21500 (Figur 1), men det har også kobling mot prosjektledelsesprosessene med hensyn på planlegging, gjennomføring og styring. (C. Logan 2018)

Det sikrer en helhetlig tilnærming i et data-økosystem der følgende er bundlet og integrert som vist i figur 9:

- Brukergrensesnitt og applikasjoner
- Programvareplattform og styring
- Digitalt integrasjonslag
- Sensorer og utstyr



Figur 9 Eksempel på mulig økosystem for digital data infrastruktur

b) Ledelse og organisering

Ledelse og organisering i prosjektene må ivareta både strategiske og operasjonelle beslutninger, oppgaver og problemstillinger.

Operasjonelle beslutninger kan ha stor nytte av bruk av digitale verktøy og bedre dataanalyse der rådata evalueres og settes inn i sin relevante sammenheng, det vil si kontekstualisering. Det gjelder både på planleggingsprosesser og styringsprosesser inklusive håndtering av verdiskapning, avvik og endringer. Grad av digitalisering innen planlegging og styring har betydelig potensial til effektivisering og gi verdiskapende input til de tilhørende produktprosessene i prosjektet. Dette er i varierende grad utnyttet ifølge den innledende kartleggingen.

Strategiske beslutninger har en annen karakter. Det binder prosjektene opp mot virksomheten. De strategiske beslutningene kan grupperes som følger:

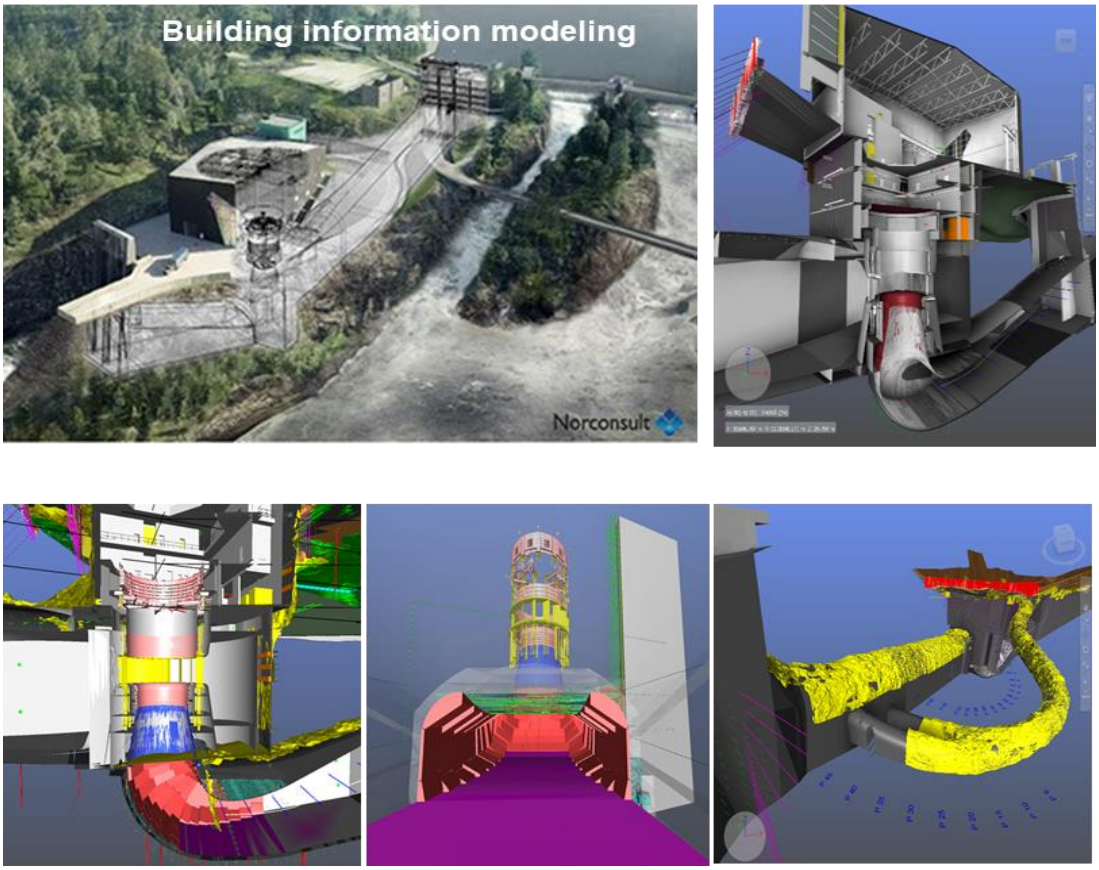
1) Prosjektvalg og prioritering i en prosjektportefølje
2) Konseptvalg for valgte prosjekter
3) Valg av prosjektstrategier

I denne sammenheng er det to særlig viktige dimensjoner som må ivaretas og vektlegges: i) konsistens, kontekstualisert relevans og kvalitet på dataene i faktagrunnlaget for beslutningene, samt ii) evaluerings- og seleksjonskriterier for strategiske valg.

Med referanse til underpunkt i), håndterer profesjonelle prosjektbaserte organisasjoner krav til konsistens og kvalitet på faktagrunnlaget på en tilfredsstillende måte. Den innledende kartleggingen har imidlertid ikke identifisert særlig grad av bruk av digitale verktøy i den prosessen; dels grunnet at en strategisk beslutning har vært mer bruk av manuelle operasjoner for innhenting av faktagrunnlag til de strategiske beslutninger. Det er forståelig ut ifra at en strategisk beslutning ikke er en høyfrekvent repeterbar aktivitet, men en engangs foreteelse. Her vil en digitalisert og kontekstualisert fakta-analyse kunne bidra til mer presise og relevante underlagsdata for en beslutning og fremskaffelse av disse hurtigere enn før.

Underpunkt ii) evaluerings- og seleksjonskriterier er et tema som har høyst varierende fokus og forståelse for. Gode og presise evaluerings- og seleksjonskriterier er kritisk med hensyn på prosjektsuksess. Det gjelder alle 3 grupper av strategiske beslutninger som listet i dette

avsnittet. Særlig viktig er at de respektive kriteriene er etablert i forkant av selve evaluerings- og beslutningsprosessen for å kunne være tilstrekkelig objektiv og løsningsnøytral, se figur 2. Eksempel på digitalisert beslutningsgrunnlag er gjennom bruk av siste generasjon BIM, som kan effektivisere og øke kvalitet på konseptvalg så vel som valg av prosjektstrategi inklusive kontraktstrategi i prosjektene. Da brukes BIM-modellen som beslutningsstøtte og ikke bare som et digitalt arkiv. Dette fremkommer i figur 9 for byggingen av oppgradering og ny Vamma kraftstasjon i Glomma, ferdigstilt sommeren 2019. Dette ble gjennomført som et tegningsløst prosjekt, og 3 D-modellen i BIM var meget effektiv for strategiske valg under gjennomføringen ifølge vedtatt prosjektstrategi. Oppnådd gevinst var betydelig, både med hensyn på kvalitet, kostnader, tempo og dialog mellom byggherre og utførelsesentreprenør.



Figur 10 BIM modell for Vamma Kraftstasjon utbygging. Dette var en utbygging som ble utført uten tegninger og ferdigstilt sommeren 2019. BIM modellen ble brukt til kollisjons-sjekker i konstruksjonen så vel som til beslutningsstøtte til strategiske valg i designløsning og til prosjektgjennomføring basert på etablerte prosjektstrategier.

Gevinsten ved bruk av BIM på Vamma-prosjektet ga følgende fordeler:

- En felles arbeidsplattform
- Bedret samspill og samarbeid mellom byggherre og entreprenører
- Mer detaljert
- Bedre grensesnitts-håndtering
- Bedre kvalitet
- Visualisering av kompleks geometri
- Visual Awareness
- Godt planleggingsverktøy for HMS
- Bedre beslutningsprosesser
    - Raskere
    - Høyere kvalitet
    - Mer objektiv

Evaluerings- og seleksjonskriterier for prosjektvalg og konseptvalg har dimensjoner ut over de mer teknisk økonomiske under prosjektgjennomføring.

I forbindelse med prosjektvalg og konseptvalg kommer også samfunnsøkonomiske og politiske perspektiver inn så vel som kulturelle perspektiver. Det siste er utdypet noe videre. For internasjonale prosjekter, og globale prosjekter spesielt, vil kulturelle dimensjoner ha dominerende innflytelse på strategiske beslutninger, særlig på større globale prosjekter der deler av prosjektgjennomføring og bygging skjer ved mange steder i ulike land og verdensdeler.

Det gjelder både for IKT/produktutviklingsprosjekter så vel som for fysiske prosjekter både til lands og til havs med mange interessenter, bidragsytere og byggesteder.
I denne sammenheng er det avgjørende at det er etablert konsistente seleksjonskriterier på virksomhets- og porteføljenivå som inkluderer kulturelle parametere. Det samme er vesentlig ved konseptvalg innen det enkelte prosjekt.
Kulturdimensjonene er også av betydning ved valg av kontraktstrategi og kontraktstruktur i det enkelte prosjekt. Kultur og marked bør også gjenspeiles i seleksjonskriteriene. Disse perspektivene er i mindre grad reflektert i etablerte evaluerings- og seleksjonskriterier.

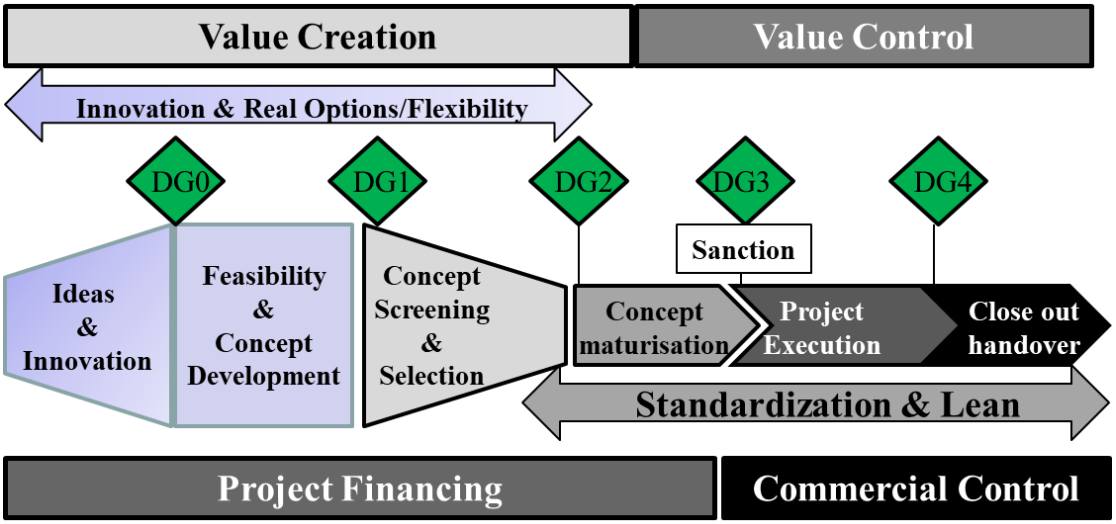
Evaluerings- og beslutningskriterier for prosjektvalg og konseptvalg bør inkludere kriterier for både risiko og kulturelle elementer som bør påvirke valg. Det bør inkludere dimensjoner så som politisk risiko, landrisiko, konkurransekraft, kompetansekrav, interessenter etc. der kultur og samfunn påvirker situasjonen. Datakvalitet er viktig også på disse arenaene inklusive analyse til vurdere hva som er relevante data, dvs. kontekstualisere disse. Igjen vil man ha stor nytte av digitalisering i form av innsamling av større mengder data på tvers av sektorer og organisasjoner, vurdere disse ut fra relevans og relativ viktighet, da det også vil påvirke bestemmelse av relativ viktighet mellom ulike evaluerings- og seleksjonskriterier.

7. Digitalisert prosjektgjennomføringsmodell

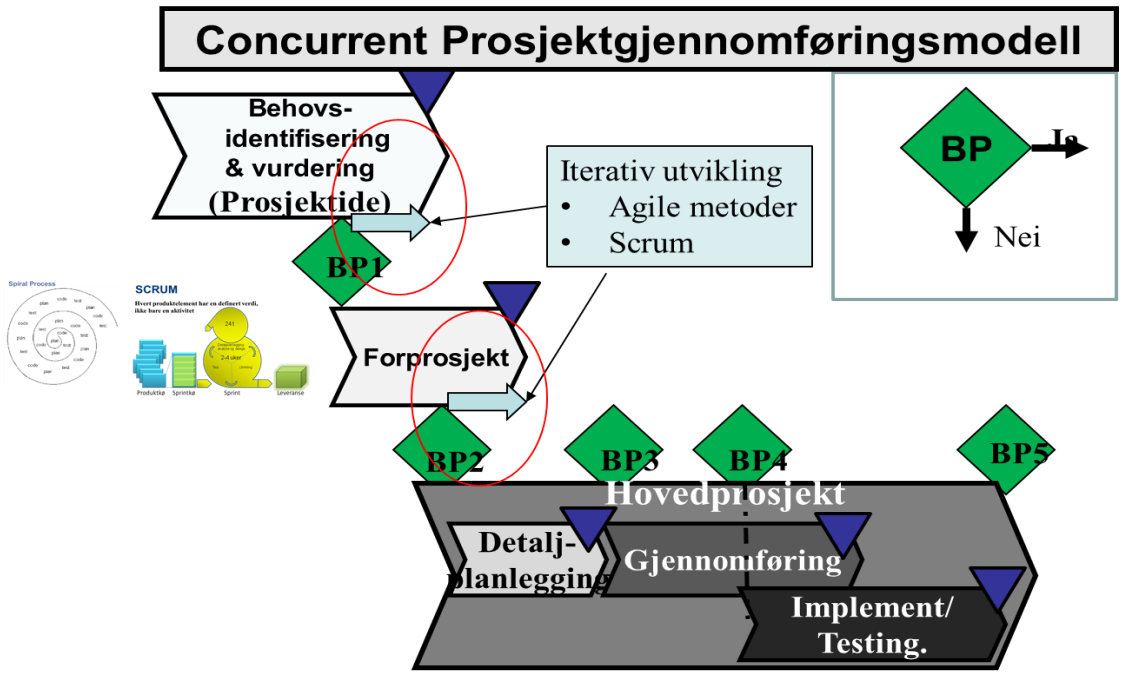
De fleste prosjektgjennomføringsmodeller for større prosjekter som brukes i dag er basert på Coopers Steg-Port design for planlegging og gjennomføring. Den består av en serie av faser/steg og med beslutningsporter mellom stegene som vist i prinsippskissen i figur 11.
Det er en strukturert modell med definerte faser og beslutningsporter. Beslutningene i portene tas på grunnlag av et sett med fakta i et fakta-dimensjonert beslutningsgrunnlag. Selve beslutningene tas ved vurdering av mottatte fakta i forhold til kriterier for videreføring eller ikke.

I utgangspunktet er den stegport baserte gjennomføringsmodellen sekvensiell, men med introduksjon av agile metoder er den videreført til å håndtere og mestre Concurrent Engineering og dynamiske endringer og utviklinger. Dette er blant annet illustrert i prinsippskissen i figur 12. (Cooper og Sommer 2016).

Et relevant spørsmål er hvorvidt sprintene i en Scrum-modell kan delvis gjøres digital og automatisert? Det bør prinsipielt være mulig for en del av sprintene dersom det er mer faktaorienterte problemstillinger og at det kan utarbeides tydelige evalueringskriterier for disse. I alle fall bør digitalisering og bruk av digitale verktøy bidra til raskere fakta-innhenting og derav akselerere tempo i sprintene.



Figur 11 Generisk stegport basert gjennomføringsmodell



Figur 12 Prinsippskisse der Concurrent Engineering er oppnådd ved blant annet å inkludere agile metoder i den iterative prosessen.

Hvordan kan digital teknologi og digitalisering komme til nytte i prosjektgjennomføringsmodellene?

Med referanse til hovedmodellen i ISO 21500, vil alle tre prosesskategorier kunne øke presisjonsnivået, effektivisering og bedre kvalitet. Det gjelder hver av prosesskategoriene, men også samvirke mellom disse.
Databasert prosessdesign vil øke kvaliteten på prosessene, og samtidig tydeliggjøre hvilke roller som er involvert i de ulike stegene i en prosess.

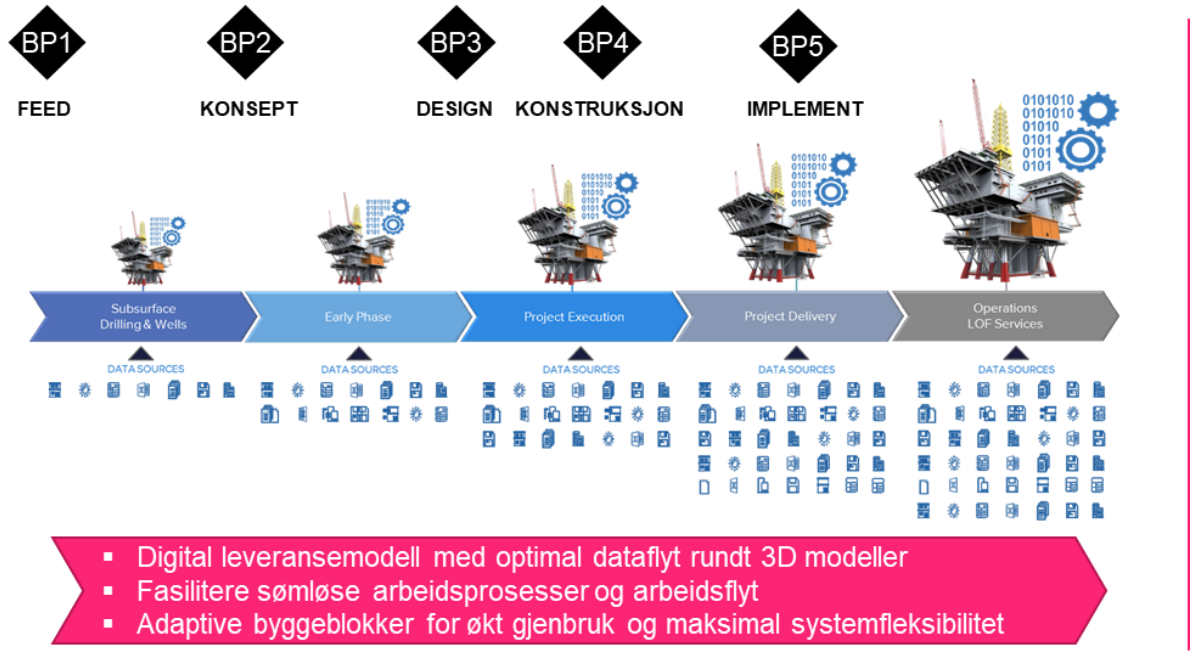
En konsistent prosessdesign viser dessuten tydelig hva input henholdsvis output fra prosessene, samt hvilke prosesskontrollparametere som gjelder for kybernetikken og styringen.

Et eksempel på en digital leveransemodell er vist i figur 13 der oppnådde egenskaper med en digital leveransemodell, fra FEED til operasjonell fase og på tvers av verdikjeden er blant annet:

- Databasert **beslutningsstøtte** for alle deler av verdikjeden og koblede verdinettverk
- Kobler **operatøren, leverandøren**, tjenester og prosjekt i ett økosystem/ verdinettverk, som gir grunnlag for nye forretningsmodeller
- Bruk av digital tvilling til scenario-analyser og som ledelsesverktøy/beslutningsstøtte
- Økt kvalitet på data for **kost, fremdrift og kvalitet**
- Økt presisjon og konsistens i beslutningsgrunnlaget
- Bedre prognoser, både underveis og sluttprognoser, prediktivt og preskriptivt
- Muliggjør effektiv og konsistent bruk av prestasjonsbaserte kontraktmodeller
- Mer fokus på produktoptimalisering i et livsløpsperspektiv og prediktivt vedlikehold
- Optimalisert for **maskinlæring og analyse**

En rekke beslutninger tas i ethvert prosjekt, både strategiske og operasjonelle.

Med en digital leveransemodell med tilhørende evidens- og faktabaserte data som beslutningsunderlag vil beslutningene kunne bli mer presise. Dette er blant annet et viktig element ved de formaliserte beslutningsportene i en prosjektgjennomføringsmodell. I den sammenheng er det viktig at de evidens- og faktabaserte dataene er analysert til bruk ut fra sin hensiktsmessighet og relevans. Det betyr at en stor mengde rådata kan analyseres og der det trekkes ut hva som er relevant i den aktuelle sammenheng, det vil si at faktagrunnlaget er omformet fra rådata til behandlete data ut fra sin relevans og sammenheng.



Figur 13 Eksempel på digital prosjektgjennomføringsmodell – Aker Solutions

8. Beslutninger i en turbulent og uforutsigbar verden

Dagens og morgendagens virksomhets- og prosjektmiljø er mer uforutsigbart og turbulent enn noen gang. Det gjelder i stor grad for mange prosjekter.

Kompleksitet og usikkerhet øker og skaper store utfordringer for utøvelse av god ledelse og foreta riktige beslutninger i en dels kaotisk verden. Dette er realiteter og utfordringene må møtes med relevante modeller så vel som riktig tilnærming, se Weick & Sutcliffe (2007), og i Pich et al for prosjekter (2002).

En bedre forståelse av uforutsigbarheten kan gjøre gjennom bruk av de såkalte VUCA-prinsipper der VUCA er en forkortelse for Volatility, Uncertainty, Complexity og Ambiguity, se Mack (2017) og Mancesti (2016).

- **Volatility**: Flyktig og vanskelig å predikere; eksempel markedsvolatilitet
- **Uncertainty**: usikkerhet av alle slag, politisk, økonomi, teknologi, marked ...
- **Complexity**: Kompleksitet som er en funksjon av en rekke samvirkende og avhengige aktiviteter
- **Ambiguity**: Tvetydighet av retning, sammenheng og preferanser

Analyse og forståelse av arenaen er kritiske parametere for beslutningstagere i en turbulent og kaotisk prosjektverden. Da vil bruk av systematikk og kategorisering med VUCA kunne være til stor nytte for at beslutningstagerne skal kunne mestre og ta gode beslutninger i det dels uforutsigbare.

For å sette dette i et ledelsesperspektiv så vil det hjelpe å tilnærme seg en uforutsigbar tilstand gjennom følgende transformasjon (såkalt VUCA Prime ledelsesmodell), Mannhertz (2017) and Mack (2017):

- Fra Volatilitet til Visjon
- Fra Usikkerhet til forståelse
- Fra Kompleksitet til klarhet
- Fra tvetydighet til smidighet(agilitet)

God ledelse og lederskap i en kaotisk situasjon krever evne til å se fremover og ta beslutninger der man evner å se det enkle og tydelige i det komplekse og kaotiske. Det er bakgrunnen for VUCA Prime tilnærmingen. For å få det til må faktagrunnlaget også peke fremover. Det betyr at en må oppnå et mentalt skifte i tilnærming, fra rapportering og reaktiv adferd (Descriptive Analytics) til ledelse gjennom utstrakt bruk av analyser og prognoser med bruk av Predictive og Prescriptive Analytics.

Presisjonsnivå på prognoser er avhengig av presisjon på input data og på presisjon på forståelse av sammenheng, det kontekstuelle.

Bruk av en VUCA-tilnærming sammen med digitalisering av data og prosesser vil kunne øke konfidensnivå og kvalitet på beslutninger, noe som er kritisk for prosjektsuksess i en turbulent, utfordrende og uforutsigbar situasjon.

9. Autonomi i beslutninger og beslutningsprosesser – fakta eller fiksjon

Fra digital beslutningsstøtte til autonome beslutninger?

Riktig bruk av digitalisering og digital teknologi kan forbedre faktagrunnlaget for beslutninger og fremskaffe mer relevante data mer effektivt enn tidligere. Det gjelder for alle prosesskategoriene i den overordnete modellen i ISO 21500, se figur 1 på side 3.

Faktagrunnlaget blir mer presist, noe som bør gi tydelige gevinster for prosjektresultatene, både med hensyn på økonomisk resultat, effektivitet, kvalitet og tempo. Det vil i sum kunne gi forbedret beslutningsstøtte for ansvarlige ledere, noe som bør legge grunnlaget for en større andel riktige beslutninger.

To spørsmål reiser seg:

- Er det mulig, relevant og riktig å vurdere om beslutninger kan gjøres autonome?
- Er det forskjell på strategiske og operasjonelle beslutninger og egnethet med hensyn på autonomi?
- Hva er betydningen av taus kunnskap?

Prosjektstrategiske beslutninger er en form for engangs hendelser, mens operasjonelle prosessbeslutninger er mer som en serie av beslutninger. For den siste kategori; kan selvlærende prosesser være mulig gjennom datadrevet maskinlæring? Se skisseillustrasjoner for maskinlæring i figur 14 og 15.

For strategiske beslutninger vil hver beslutning være unik og ikke repeterende. Vil selvlæring og bruk av datadrevet maskinlæring være relevant også for disse?

Og videre; kan en strategisk beslutning gjennomføres autonomt?

Dette er uavklarte spørsmål som krever videre undersøkelser.

Problemstillingene og spørsmålene er åpenbare for fysiske prosjekter og sågar for IKT og digitale produktutviklingsprosjekter.

Er dette også relevant for omorganiseringsprosjekter?

Omorganiseringsprosjekter skal sikre at ønsket endring er til nytte for virksomheten og at organisasjonsdesign & struktur, forretningsmodeller, kompetanse og kultur møter fremtidens behov og krav til organisasjonen. Kultur er en særlig utfordrende parameter da den er mindre presist målbar.

Har digitalisering relevans i denne sammenheng?

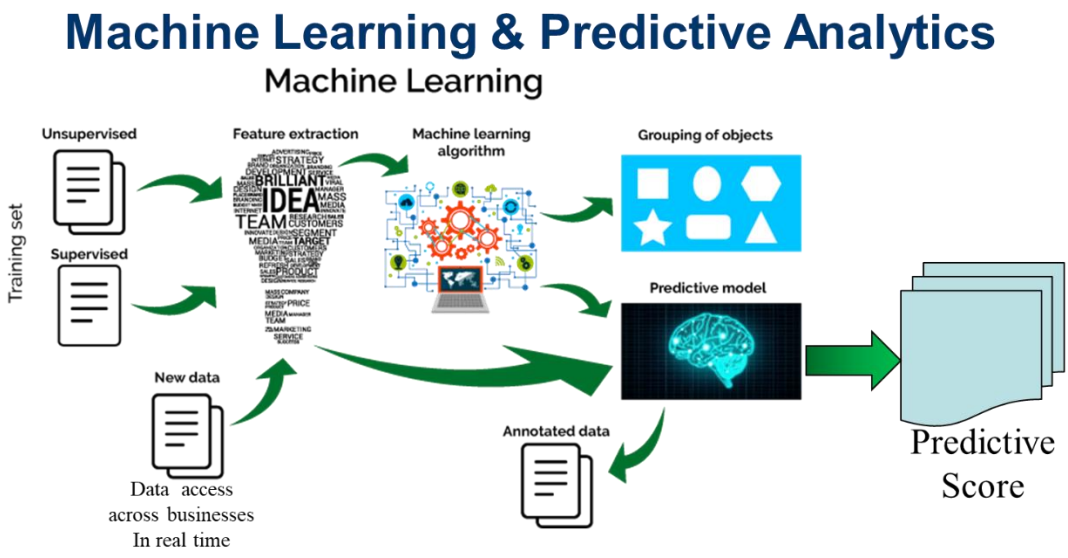
Kan digitalisering og datadrevet maskinlæring være effektive virkemidler knyttet til følgende:

- Systematisk kompetansekartlegging og design av riktig kompetanseprofil basert på organisasjonens fremtidige behov?
- På organisasjonsdesign og valg av forretningsmodell
- Kan autonome beslutninger være relevante i omorganiseringsprosjekter?

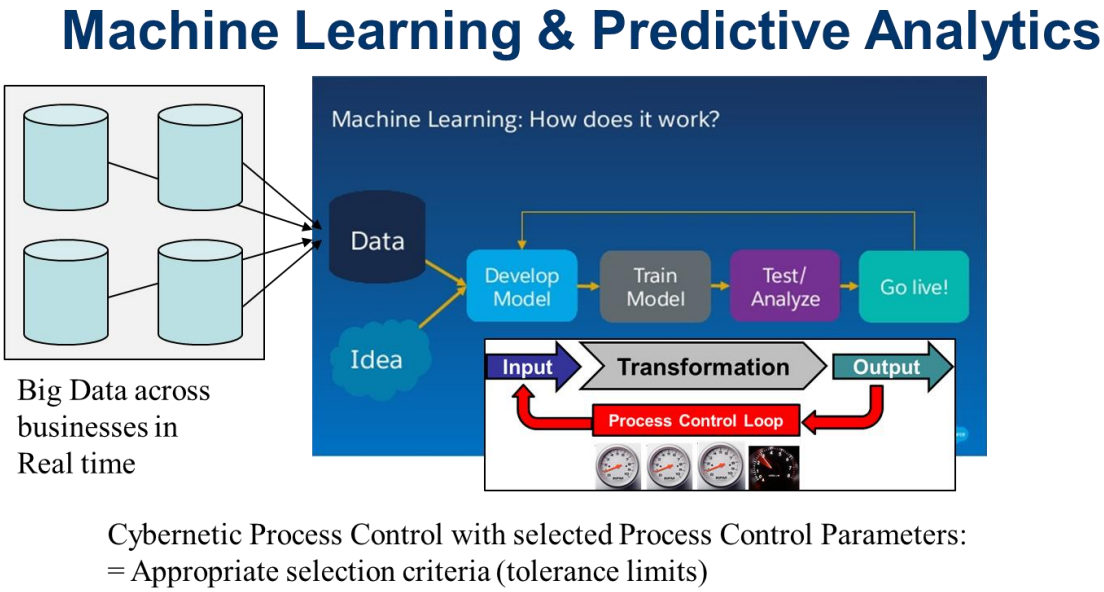
Den innledende kartleggingen fant ikke en omfattende og konsistent synlig dokumentasjon på digitalisering og på bruk av digitale verktøy i omorganiseringsprosjekter, selv om digitale verktøy tas i bruk ved jobbintervjuer der intervjuer sågar kan skje av en robot.

En kan trolig forvente at digitalisering og digitale teknologier og modeller vil fremskaffe faktagrunnlag, sammenlignbare forretningsmodeller og organisasjonsmodeller raskere, mer presist og med større relevans enn hva tradisjonell benchmarking hittil har kunnet fremskaffe. Dermed bør det forventes at fakta- og beslutningsgrunnlaget blir bedre med utstrakt bruk av digitale virkemidler. Det vil kunne høyne kvaliteten på faktagrunnlaget og vil være viktig input *primært som beslutningsstøtte*.

Hvorvidt strategiske beslutninger rundt omorganiseringer og for løsningsvalg i omorganiseringsprosjekter kan gjøres delvis autonome er et åpent spørsmål som krever større og omfattende utredninger.



Figur 14 skisse-Illustrasjon på maskinlæring



*Figur 15 Datadrevet maskinlæring der stordata samles fra flere kilder internt og eksternt i **sann tid** og der maskinlæringen er en kybernetisk og dynamisk selvlærende prosess.*

10. Roller og forståelse for digitalisering

Den innledende kartleggingen av digitalisering og betydning for beslutninger i og rundt prosjekter gir indikasjoner på at digitalisering og digitale verktøy vil bidra vesentlig med hensyn på bedret effektivisering, høyere presisjon, tempo, kontekstualiserte data i sann tid, mer konsistente fakta etc.
Den potensielle gevinstrealiseringen er imidlertid avhengig av at ressursene i nøkkelroller i og rundt prosjektene har dypere innsikt i hva digitalisering innebærer og hvilke grep som må tas for å oppnå forventede gevinster.

Det gjelder særlig:

- Prosjekteier;
    - Forstå betydning av digitalisering i rolle som prosjekteier og ivaretakelse av eierstyringen i prosjektene
    - forstå betydning av digitalisering og bruk av digitale verktøy til en virksomhets-strategisk vurdering og prioritering av prosjekter i porteføljen, samt
    - som beslutningsstøtte for konseptvalg
- Prosjektleder;
    - bruk av egenskapene til digitale verktøy og metoder i planlegging og styring av prosjektene, inklusive
    - implementering og realisering av vedtatte prosjektstrategier
- Inkludere Data Analytics-kompetanseressurser som primær støtte inn mot resultatansvarlige linjeledere i prosjektene.
- Øvrige linjeledere i prosjektene, delprosjektledere etc. må få trening og opplæring
    - i forståelse av nytte og
    - faktisk iverksettelse og bruk.
- Øvrige prosjektmedlemmer blir involvert i planlegging og implementering og får eierskap til mulighetene med digitalisering, i egen rolle of for prosjektet totalt

Design av egne læringsplattformer må prioriteres for å sikre vellykket satsning innen digitalisering i prosjektene.

11. Hovedfunn i forstudiekartleggingen

Følgende hovedfunn er gjort ut fra den innledende kartleggingen og undersøkelsen:

- Grad av digitalisering og bruk av digitaliserte teknologier varierer i stor grad, fra nærmest ikke eksisterende til fullt ut integrert i prosjektgjennomføringen og prosjektmodeller
- Bruk av digitale verktøy og modeller er i hovedsak brukt på produkt- og arbeidsprosessene i prosjektene, samt i støtteprosesser, se figur 1 for hovedmodell i ISO 21500 Guidance On Project Management. Dette gjelder hovedsakelig fysiske prosjekter og IKT produkt- og systemutvikling og ERP implementeringsprosjekter
- Digitale verktøy er brukt som analyse- og støtteverktøy for planlegging og styring av prosjektene, prosjektstyring. Det gjelder både fysiske prosjekter og IKT-prosjekter.
- Omstillings/omorganiseringsprosjekter har i mindre grad tatt i bruk digitale verktøy, riktignok brukt en del på HR-siden og for kartlegging av kompetanse og organisasjonsdesign
- Digitale verktøy er ikke i samme grad brukt i tilknytning til strategiske beslutninger og beslutningsprosesser, i noen grad brukt til analyse og kontekstualisering av relevant data for beslutningsstøtte.

12. Forslag til temaer for et større FOU-program

Temaet er stort og dekker mange områder. Derfor bør en videre satsning foregå i et FOU-program med flere delprosjekter.

Følgende temaer foreslås:

- Videre studier av potensial for mer utstrakt bruk av digitalisering og digitale teknologier i alle prosesskategorier in henhold til ISO 21500
- Undersøke potensial og utfordringer med digitalisering og digitale teknologier som integrerte og sentrale elementer i prosjektledelsesprosessene for planlegging og styring
- Prioritert fokus på betydning av digitalisering i strategiske, taktiske og operasjonelle beslutninger for prosjektene, fra prosjektvalg, til konseptvalg og gjennomføring i henhold til etablerte prosjektstrategier.
- Et særskilt delprosjekt som vurderer mulighet for og realisme av autonomi i strategiske beslutninger i prosjekter
- Videre forskning og undersøkelser bør dekke ulike prosjekttyper og avdekke fellestrekk og forskjeller mellom disse
- Betydning av digitalisering på miljø-perspektiver i prosjekter
- Et større FOU program innen disse temaene bør inkludere betydning av digitalisering på prosjektorganisasjonsdesign samt hvordan digitalisering påvirker de enkelte rollene i og utenfor prosjektene;
    - Betydning av digitalisering for eierstyring (Project Governance)
    - Betydning av digitalisering på prosjekteier-rollen
    - Betydning av digitalisering på prosjektleder-rollen
    - Betydning av digitalisering for Prosjekt Controller, PMO, Project management Support Office, og øvrig prosjektstøtte
- Betydning for Cyber Security i prosjektene, særlig i
    - Infrastrukturprosjekter
    - I ERP-prosjekter
- Vurdere bransjevariasjoner der følgende bransjer bør inkluderes:
    - Energi; Olje & gass samt vind og sol
    - El-kraftbransjen; produksjon og nett
    - Byggeprosjekter, bygg og anlegg og bruk av lavterskel digitaliseringsverktøy (BIM-kiosker ute på byggeplass etc.)
    - IKT-prosjekter og bransjens nytte av digitaliseringsverktøy
    - IKT- prosjekter i offentlig sektor
    - M &A-prosjekter i privat sektor
    - Omorganiseringsprosjekter

Dette kan bli et flaggprogram for Prosjekt Norge.

Et slikt FOU-program bør planlegges og gjennomføres i regi av Prosjekt Norge, der NTNU og BI er de ledende akademiske institusjonene, men med NMBU og UIA som partnere på deler av programmet.
Også andre akademiske institusjoner bør kunne bidra, som SINTEF Digital, Universitetet i Sør-Øst Norge med System Engineering miljøet på Kongsberg, samt UIO Sirius miljøet. Her kan det også planlegges for industri-samarbeidspartnere der virkelige cases kan brukes I forskningsøyemed, og der flere bransjer kan inkluderes.

Litteratur-referanser:

Standarder

ISO 21500: (2012) Guidance on project management

ISO 31000: Risk management

Andre referanser

Akkermans, H. & Oorschot, K.E. van. (2016). Pilot error? Managerial decision biases as explanation for disruptions in aircraft development. Project Management Journal, 47(2), 79-102.

Barczak, G., Griffin, A., & Kahn, K.B. (2009). Perspective: Trends and drivers of success in NPD practices: Results of the 2003 PDMA best practices study. Journal of Product Innovation Management 26(1), 3–23.

Bigliani, R. and Vercellino, G. (2018) Large Capital Projects in the Energy sector: Unleashing Profitability and Safety with Digital Transformation, IDC Executive Brief, May 2018.

Brown, S.L., & Eisenhardt, K.M. (1995). Product development: Past research, present findings, and future directions. Academy of Management Review, 20(2), 343-378.

Cognite: (2019) From Crude to Contextualized Data, Extracting value from contextualized big data in the Oil & gas industry,

Chao, R.O., Lichtendahl, C., & Grushka-Cockayne, Y. (2014). Incentives in a stage-gate process. Production and Operations Management 23(8), 1286–98.

Cooper, R.G.: (2008) Perspective: The Stage-Gates Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems, Journal of Production and Innovation management 2008:25:213 -232.

Cooper, R.G.* and Sommer, A.*: (2016) the Agile–Stage-Gate Hybrid Model:
A Promising New Approach and a New Research Opportunity, Management 2016. Journal of Product Innovation

Christensen, C. M., Kaufman, S. P., & Shih, W. C. (2008). Innovation killers. Harvard business review, *86*(1), 98-105.

Davenport T.H and Ronanki, R, (2018) Artificial Intelligence for the real world, Harvard Business Review January – February 2018

Farjoun, M. (2010). Beyond dualism: Stability and change as a duality. Academy of Management Review, 35(2), 202-225.

Fjeldheim, R: (2019) Hva har skjedd med AI, og hvorfor nå? UIO

Gersick, C.J.G. (1994). Pacing strategic change: The case of a new venture. Academy of Management Journal, 37(1), 9-45.

Gigerenzer, G. and Gaissmaier, W. (2011) Huristic decision Making, Annu. Rev. Psychol. 2011, 62: 451 - 482

Kaplan, A, and Haenlein, M. (2019) Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, Business Horizons (2019), 62 15 – 25, Elsevier

Lang, N et al: (2019), The emerging art of Eco System Management, Boston Consulting Group, March 2019.

Lenfle, S., & Loch, C. (2010). Lost roots: How project management came to emphasize control over flexibility and novelty. California Management Review, 53(1), 32-.

Lobo, S., & Whyte, J. (2017). Aligning and Reconciling: Building project capabilities for digital delivery. Research Policy, 46, 93–107.

Logan, C. (2018) Thesis Executive Master of management in Energy, BI, September 2018

Mack, O. et al: (2017) Managing in a VUCA World, Springer Publishing Company

Millstein, I. M., Albert, M., Cadbury, A., Feddersen, D., & Tateisi, N. (1998). Improving Competitiveness and Access to Capital in Global Markets. Paris, France: OECD Publications.

Mancesti, M. (2016): Is VUCA the end of strategy and leadership? IMD Program description.

Mannhertz, T, (2017). New leadership models for the VUCA world. Five leadership approaches to cope with uncertainty, Seminar Paper grin Verlag

Müller, R. (2017). Governance and Governmentality for Projects: Enablers, practices, and consequences. New York, NY, USA: Routledge.

Oorschot, K.E. van, Eling, K., & Langerak, F. (2018). Measuring the knowns to manage the unknowns: How to choose the gate timing strategy in NPD projects. Journal of Product Innovation Management, 35(2), 164-183.

Oorschot, K.E. van, Sengupta, K., Akkermans, H.A., & Wassenhove, L.N. van. (2010). Get fat fast: Surviving Stage-Gate® in NPD. Journal of Product Innovation Management, 27, 828-839.

Pich, M.T., Loch, C.H., & Meyer, A. de. (2002). On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management. Management Science, 48(8), 1008-1023.

Power, D.J. (2008) Understanding Data-Driven decision Support Systems, Information Systems management, 25, 149 – 154,

Ramstad, K.F. (2020), AI millioner til grønn logistikk, I Logistikk & ledelse, januar 2020.

Ray, G. & Wallace, L. (2019) Capital Projects struggle to implement Digitalisation, IPA Publication June 2019. IPA: Independent Project Analysis, Ashburn, Virginia, USA.

Rolstadås, A. et al: (2011) Risk Navigation Strategies for Major Capital Projects, Springer

Santamaria, J. et al: (2019) Digitalization and The Future of Energy, DNV GL Research Executive Report

Sethi, R., & Iqbal, Z. (2008). Stage-gate controls, learning failure, and adverse effects on novel new products. Journal of Marketing, 72(1), 118-134.

Siegel, E. (2016), Predictive Analytics, Wiley

Sivarajah U. et al. (2017); Critical analysis of Big data challenges and analytical methods, Journal of Business Research 20 (2017) 263 - 286

Sommer, S.C., & Loch, C.H. (2004). Selectionism and learning in projects with complexity and unforeseeable uncertainty. Management Science, 50(10), 1334-1347.

Weick, K. & Sutcliffe, K.M. (2007). Managing the unexpected, John Wiley & Sons

Westerman, G. et al (2014) Leading Digital, Harvard Business Review Press

Whyte, J. (2019). How Digital Information Transforms Project Delivery Models, Project management Journal. 50(2), 1–18. https://doi.org/10.1177/8756972818823304

Woermer, S.L. & Wixom, B. (2015) Big data: Extending the business strategy tool box, Journal of information technology, 2015, 30, (60 – 62)