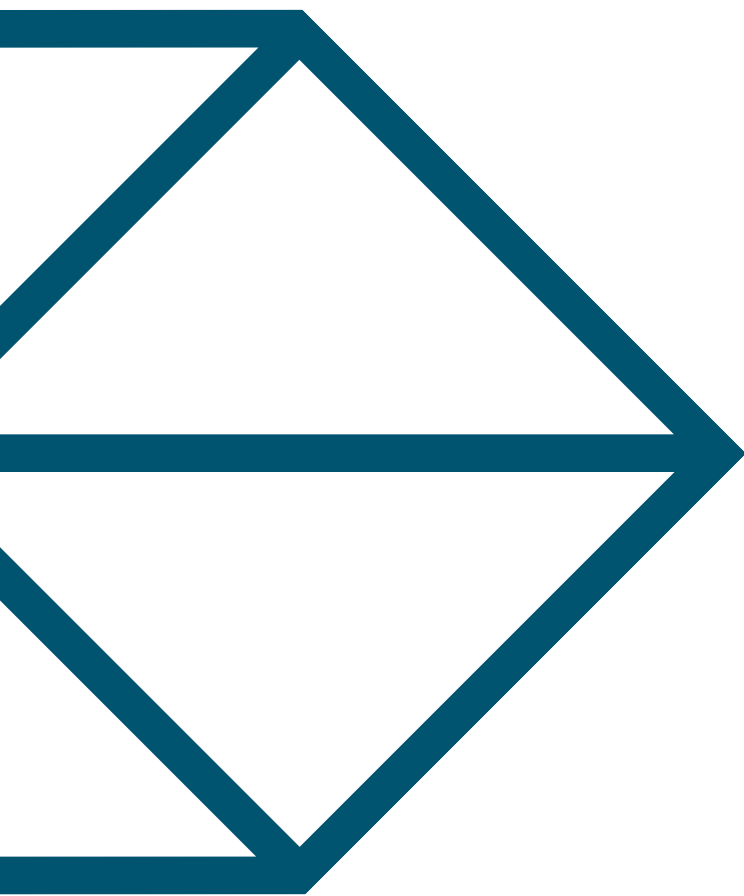


2019

# Tenk nytt – bruk kjente løsninger

Etter oppdrag fra Kommunal- og  
moderniseringsdepartementet



### **Om veilederen**

Tenk nytt – bruk kjente løsninger er utgitt av Bygg21 og laget av Bygg21s arbeidsgruppe for Industrialisering av byggeprosjekter, med bidrag fra en rekke personer og virksomheter.

–Sverre Tiltnes, direktør Bygg21

### **Om Bygg21**

Bygg21 er et samarbeid mellom bygge- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter. Målet for samarbeidet er å legge til rette for at næringen bedre kan løse utfordringer innenfor bærekraft, produktivitet og kostnadsutvikling.

Bygg21s ambisjon er å redusere bygge- og eiendomsnæringens kostnader med 20 prosent i løpet av 2020. Bygg21 skal medvirke til at beste praksis i plan- og byggeprosessen blir identifisert, spredt og brukt.

Bygg21 skal være en pådriver for forståelse og felles bransjekultur for kontinuerlig forbedring i byggesektoren, og ha et særlig fokus på digitalisering, innovasjon og samhandling i byggenæringen.

**Tenk nytt – bruk kjente løsninger**

**Ansvarlig utgiver**

Bygg21

**År**

2019

**Grafisk design**

Geelmuyden Kiese

**Trykk**

Trykkservice

# Innholdsfortegnelse

<b>Veileder for industrialisering av byggeprosjekter</b>	<b>2</b>
Planlegging avgjørende	2
Industrien viser vei	3
<b>Fem dimensjoner</b>	<b>4</b>
<b>Hvor ligger prosjektet/ virksomheten i prosessen?</b>	<b>5</b>
Det første steget	5
<b>Bygg21s anbefalinger</b>	<b>7</b>
Råd 1: Industrialiser byggeprosessen	8
Råd 2: Digitaliser alle materialkjøp	30
<b>Sjekklister</b>	<b>39</b>
<b>Kilder</b>	<b>42</b>

# Veileder for industrialisering av byggeprosjekter

«Det ordner seg i finstøpen», sa tidligere tiders bygningsarbeidere hvis grunnmuren ikke var helt i lodd eller vater. I dag er omkvedet når det oppstår mispass mellom tegninger, prosjektering og praktisk gjennomføring: «Det fikser vi på byggeplassen...» I iveren etter å komme i gang med å reise bygget, er det lett å ta forhastede beslutninger. Det koster dyrt.

Et byggeprosjekt er tradisjonelt en serie med manuelle operasjoner som utføres av mange forskjellige aktører med forskjellig bakgrunn og ulike ferdigheter, noen ganger med til dels motstridende interesser. Hvordan få god flyt i en prosess som involverer alle disse?

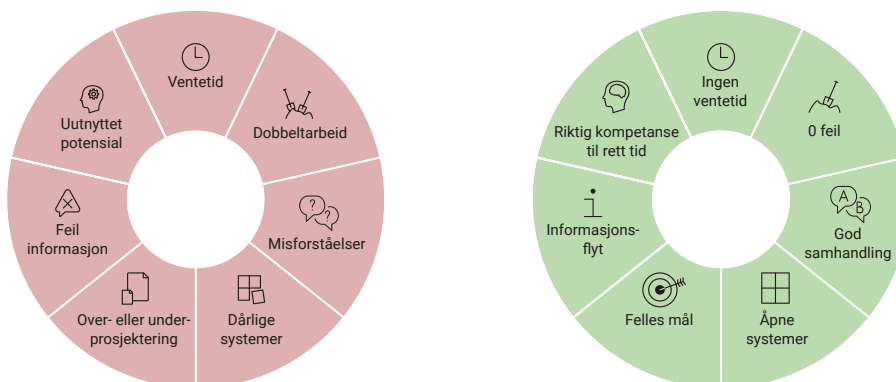
I gamle dager, med færre spesifikasjoner av tekniske løsninger og lave krav til dokumentasjon, gikk det an å holde noenlunde oversikt over byggeprosessen med manuelle systemer. I dag er byggeprosjekter atskillig mer komplekse. Informasjonsmengden som skal håndteres og deles, er enorm. Det er også mange flere involverte parter, både selskaper og personer, ofte med høy grad av spesialisering. Det stiller større krav til kompetanse hos de sentrale aktørene for at de skal kunne ta de rette beslutningene om hvilke prosesser, verktøy og produksjonsmetoder som er optimale for å nå prosjektets mål.

## Planlegging er avgjørende

Denne veilederen viser hvordan det er mulig å få full kontroll på hele byggeprosessen allerede fra start. Prinsippet er det samme for både små og store byggeprosjekter: Industrialisering handler ikke bare om å ta i bruk digitale hjelpemidler, men like mye om hvordan du planlegger og organiserer prosjektet. Selv et så anvendelig og lett tilgjengelig verktøy som BIM gir ikke full uttelling om det ikke blir tatt i bruk fra start og oppdatert underveis. Med god planlegging og et helhetlig blikk på byggeprosessen, blir det også mye enklere å se hvor det lønner seg å standardisere løsninger og å automatisere hele eller deler av produksjonen.

Mange har allerede hatt suksess med å håndtere den økende informasjonsmengden ved å ta i bruk digitale verktøy, metoder og prosesser. LEAN-prinsippene<sup>(1)</sup> og involverende planlegging har hatt samme effekt og bidratt til en mer industrialisert tankegang hvor man underveis deler all informasjon med dem det er relevant for. I praksis innebærer dette hyppig avsjekk av leveranser og status gjennom hele prosjektperioden.

**Figur 1** Usynkronisert og kostbar prosess (venstre).  
Synkronisert prosess – beste praksis (høyre).



## Industrien viser vei

Byggebransjen har mye å lære av industrien. For at en eller flere råvarer skal bli et ferdig produkt, må hele produksjonsprosessen planlegges til minste detalj. Derfor har vi valgt å bruke prinsippene fra industriproduksjon til å illustrere hvordan det er mulig å få tilsvarende flyt i byggeprosjekter.

Industrialisering av byggeprosjekter er å planlegge og gjennomføre en prosess som mest mulig gjentar bruk av standardiserte løsninger, industrielle metoder og digitale verktøy.

Hensikten er å sikre høy produktivitet og kvalitet gjennom effektive innkjøp, rask produksjon og god dokumentasjon.

Om du kjenner deg mer igjen i sirkelen til venstre enn den til høyre, vil det helt sikkert være mye å tjene på å følge prinsippene for industriell tankegang.

# Fem dimensjoner

Etter å ha gått igjennom en rekke studier av industrielle prosesser, også innen andre bransjer, har Bygg21 tatt utgangspunkt i fem dimensjoner for industrialisering som SINTEF utarbeidet i 2017.<sup>(2)</sup> Virksomheter som har greid å industrialisere hele eller deler av byggeprosessen har erfart at arbeidet må bygge på disse dimensjonene. Det er også en forutsetning at vurderingene av og beslutningene om hvordan de skal brukes, blir truffet helt i starten av prosjektet. De fem dimensjonene er nærmere forklart senere i denne veilederen.



**Figur 2** De fem dimensjonene: Organisering, flyt, standardisering, automatisering og teknologibruk

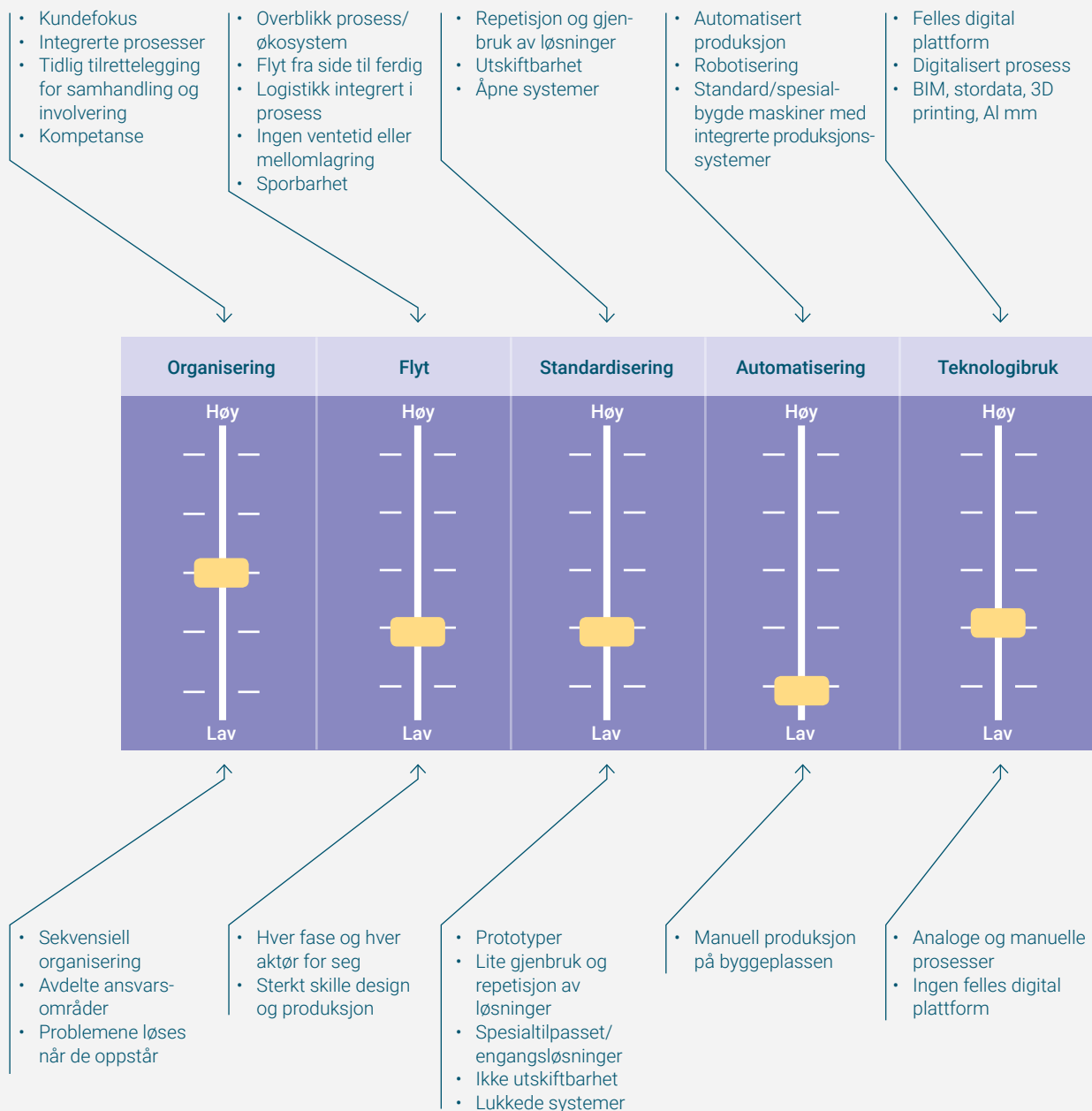
# Hvor ligger prosjektet/ virksomheten i prosessen?

For å gjøre det enklere i komme i gang, har vi laget et «dashbord» som viser effekten av høy og lav grad av de fem industrielle dimensjonene. Et prosjekt må «score høyt» på alle fem dimensjonene for å være et byggeprosjekt med høy grad av industrialisering. Det er ikke nok «bare» å tenke standardisering, eller prefabrikasjon, eller automatisering i produksjonen. Det er en helt naturlig og sunn utvikling at de fleste byggeprosjekter har kommet lenger innen noen av områdene enn på de andre. Slik spakene er plassert i figur 3, kan det representere et typisk norsk byggeprosjekt i dag. Uansett hvilke verktøy, metoder og prosesser man velger å bruke er det ett hovedbegrep som trumfer alle, og det er de 3 T-ene: Tidlig – Tidlig – Tidlig.

## Det første steget

En byggeprosess er en sammenhengende og delvis parallell kjede av beslutninger og handlinger. «Alt henger sammen med alt.» Derfor vil det å begynne med å utvikle en eller to av dimensjonene erfaringsmessig dra med seg behovet for å utvikle flere. Prinsippet er det samme som å gå: du må ta det første steget for å tiltrekke deg muligheten for det neste, og det neste ... og så videre. Før dere vet ordet av det er dere på god vei inn i nye og enda mer effektive og lønnsomme arbeidsmetoder.

Hvor ligger prosjektet/virksomheten i prosessen?



Figur 3 Dette dashboardet synliggjør effekten av større og mindre grad av industrialisering



# Bygg21s anbefalinger

Anbefalingene som blir gitt i denne veilederen baserer seg på to av rådene med tilhørende tiltak som ble gitt i rapporten Industrialisering av byggeprosjekter, og som ble adressert til næringen.

## **Råd 1: Industrialiser Byggeprosessen**

**Tiltak 1:** Tenk og planlegg industrielt fra start – krev at det tas i bruk industrielle metoder og verktøy.

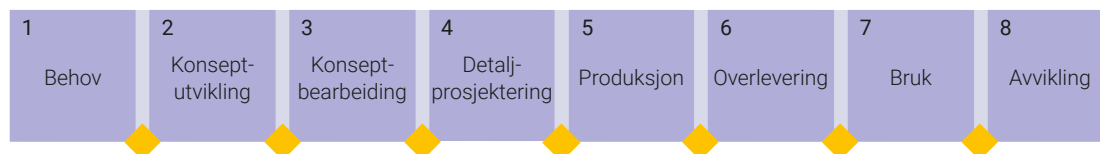
**Tiltak 2:** Organiser prosjektet slik at alle viktige beslutninger og aktører kommer tidlig inn i prosessen.

**Tiltak 3:** Bruk og berik BIM gjennom alle faser av byggeprosessen. Etabler en «Digital tvilling» å bygge etter og til bruk i byggets driftsfase.

## **Råd 2: Digitaliser alle materialkjøp ved bruk av eksisterende åpne, felles, standardiserte løsninger.**

**Tiltak 1:** Byggherrene må stille krav til at alle aktører i prosjektet bruker åpne, etablerte standarder for produktsøk, kjøp og leveranser.

**Tiltak 2:** Bruk åpne standarder (GSI) for unik vareidentifisering og lokalisering på byggeplassen.



Figur 4 Fasenormen «Neste steg»

## Råd 1: Industrialiser byggeprosessen

Modellen for industrialisering av byggeprosjekter tar utgangspunkt i Bygg21s fasenorm «Neste steg». <sup>(3)</sup> Den er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter som er utviklet av og for bygge- og eiendomsbransjen. Mellom hvert steg må viktige beslutninger tas, og korrekt informasjon overføres til neste steg i byggeprosessen. Målet er at modellen skal bli tatt i bruk som en standardisert prosjekttilnærming av alle bransjeaktørene. Figur 4 illustrerer «Neste steg». For mer informasjon se Bygg21s veileder «Neste steg».

Rekkefølgen av tiltak faller naturlig når man plasserer dem inn i Bygg21s fasenorm «Neste steg» som ivaretar de fire mest sentrale perspektiver i et bygge- og eiendomsprosjekt:

- **Eierperspektiv** – byggherre, investor og utviklere som har den forretningsmessige risiko gjennom prosjektet
- **Brukerperspektiv** – de som skal kjøpe, leie og/eller bruker bygget
- **Utøvende perspektiv** – de som skal prosjektere og produsere bygget
- **Offentlige perspektiv** – myndighetene som stiller krav

Det er først når du kobler disse perspektivene til de forskjellige fasene i et byggeprosjekt, at du ser hvor viktig det er å definere både roller, ansvar og kompetanse.

## Tiltak 1: Tenk og planlegg industrielt fra start – krev at det tas i bruk industrielle metoder og verktøy

De aller fleste aktørene i bygge- og eiendomsnæringen har en ambisjon om å levere bygg med best mulig kvalitet og bærekraft til lavest mulig kostnad.

For å kunne oppfylle dette målet må byggeprosjekter planlegges og gjennomføres med en industriell tankegang gjennom hele verdikjeden. Det innebærer at hver enkelt aktør ikke bare må ta ansvar for sin del av leveransen, men også forstå sin og de andre aktørenes ansvar og roller i hele byggeprosessen.

Startpunktet for å kunne få til dette er at byggherren har etablert en prosjektstrategi med klare mål om hvorfor prosjektet settes i gang og hva som er målet med prosjektet. Dette gjelder for alle typer prosjekter, uavhengig av størrelse, kompleksitet og kontraktstyper.

### Byggherren må stille krav

Erfaring med industrialiserte byggeprosjekter tilsier at byggherre og prosjekteier må ha tilstrekkelig kompetanse på området for å kunne stille konkrete krav til dem som skal gjennomføre byggeprosessen på en måte som oppfyller prosjektets forretningsmessige mål og samtidig tilfredsstiller brukerens behov.

Det innebærer at også arkitekter, rådgivere, entreprenører og leverandører må ha den nødvendige kompetanse til å tenke industrielt både under planlegging, prosjektering og produksjon av bygget. Dette vil også stimulere leverandørene til å utvikle nye, innovative produkter, løsninger og konsepter.

Følgende avklaringer må gjøres:

Av byggherren:

- Definere og tydeliggjøre prosjektets mål
- Sette av tilstrekkelig tid til å planlegge godt så tidlig som mulig
- Stille konkrete krav om industrialiserte prosesser og løsninger
- Bruke gjennomføringsmodeller som stimulerer leverandørene til å tenke industrielt
- Legge til rette for økonomiske insentiver som omfatter alle de viktigste aktørene for å bidra til best mulig overordnet sluttresultat – felles eierskap
- Etablere en tydelig IT-strategi

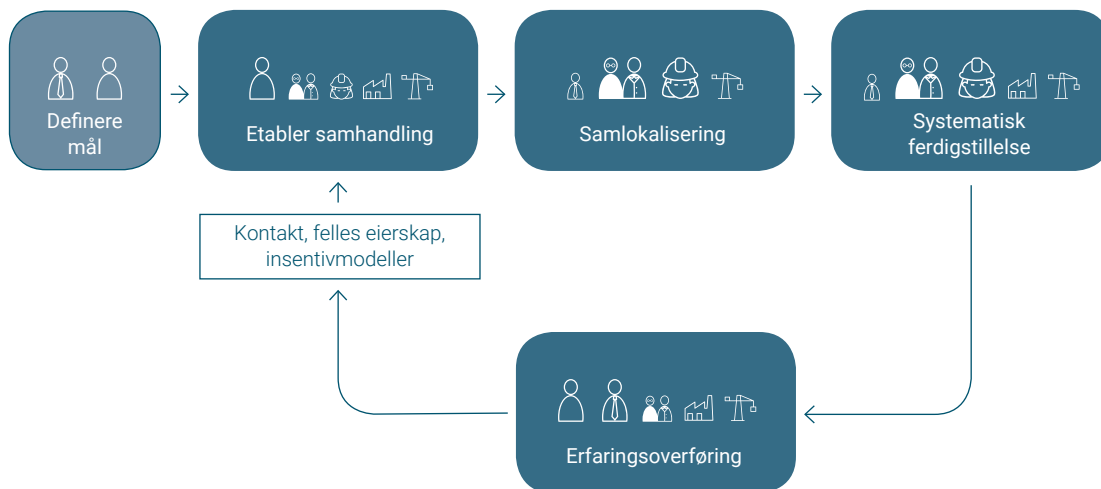
- Stille krav om bruk av digitale løsninger basert på åpne standarder som oppfyller prosjektets mål, og som kan brukes aktivt i byggets bruk- og driftsfase
- Legge til rette for tverrfaglige samarbeid og prosesser - bruker-medvirkning

Av rådgivere og entreprenører:

- Delta i arbeidet med å definere og tydeliggjøre prosjektets mål
- Forstå hverandres fag, ansvar og utfordringer
- Sette av tilstrekkelig tid til planlegging og tidlig involvering
- Etablere en samhandlingsplattform som legger til rette for samtidig prosjektering og planlegging i hele verdikjeden – tverrfaglige prosesser - samlokalisering
- Bruke en felles BIM-modell og utnytte potensialet av denne
- Legge til rette for digitale bestillinger og produktidentifikasjon for bedret logistikk og dokumentasjon

## Fem prosessmodeller

For at du skal bli bedre kjent med innholdet i de fem industrielle dimensjonene flyt, organisering, standardisering, automatisering og teknologibruk har vi laget fem prosessmodeller med tilhørende innhold og anvisninger. De forsøker på en enkel måte å forklare dynamikken og rollefordelingen i en industrialisert byggeprosess. Det er viktig å merke seg at flere av prosessene foregår parallelt eller delvis overlappende.



## Organisering

Mye av grunnlaget for industriell byggeproduksjon legges før selve produksjonsprosessen starter. I dette ligger for eksempel utbyggers valg og prioriteringer av profil, ytelse, rammer, miljø, kundetilpasning, levetid osv., samt valg av prosess og prosjektorganisering. Valg av en industrialisert byggeprosess er avgjørende hvis industrialisert byggeproduksjon skal være effektiv.

1. **Definere mål:** Byggherre og bruker definerer felles mål for prosjektets organisering, som videre forankres i kontraktsdokumentene og formidles til alle involverte. Det avklares tidlig hvilke fagområder og kompetanser som må involveres, og kvalifikasjonskrav og utvalgskriterier besluttes.
2. **Etabler samhandling:** Byggherren er ansvarlig for å etablere en god samhandlingsmodell for prosjektet, forankret i en strategisk plan og kontraktsdokumentene. Alle parter må involveres, engasjeres og ha egen vilje til å bidra til denne prosessen. Formålet med

god samhandling fra første fase i et prosjekt er å:

- Skape en felles plattform
- Utvikle felles kultur og «språk»
- Definere tydelige og omforente roller og leveranser i den videre prosessen.
- Forankre eierskap til prosjektets mål og strategi

3. **Samlokalisering:** Folk som skal jobbe tett sammen i et krevende byggeprosjekt bør i størst mulig grad sitte sammen. Om det ikke er mulig fysisk, kan det gjøres virtuelt – med fysiske møtepunkter så ofte det er mulig. Samlokalisering og visuell planlegging:
  - Bidrar til økt åpenhet og gjensidighet
  - Forsterker tilhørigheten til prosjektet
  - Reduserer tradisjonell silo-tankegang
  - Sikrer en jevnere og lettere omforent fremdrift

- Utvikler ansvarsfølelsen hos alle aktørene
- Bedrer kommunikasjon og involvering

En av de store gevinstene av å jobbe tett sammen er at man i større grad lærer å forstå hverandres fag og utfordringer. Man etablerer lettere en felles kultur og holdning til prosjektet, og blir kjent med hverandre som mennesker. Det gjør erfaringsmessig at det blir viktig for hver og en å levere som lovet.

**4. Systematisk ferdigstillelse** skaper sikkerhet for at prosjektet oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, planlagt og verifisert gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse. Alle involverte bør tidlig i prosjektet etablere en plan for systematisk ferdigstillelse. Den skal inneholde:

- Oversikt over alle tekniske systemer
- Hvilken rekkefølge de bør bygges og testes
- Hvordan det best kan legges til rette for dette
- Hvilke resultater systemene skal levere
- Godkjenningskriterier
- Program for testing, opplæring og FDV
- Prosedyrer for håndtering av eventuelle avvik og feil

Tidlig testing bidrar til at prosjektet kan oppdage feil tidligere, slik at man unngår å måtte rette opp feil helt på slutten av prosjektet eller etter ferdigstillelse.

En slik prosess sikrer «null-feil» ambisjonen og reduserer kostnad av feilopprettinger.

**5. Erfaringsoverføring:** I erfaringsoverføringen er det viktig å evaluere hvordan organiseringen og måloppnåelsene har vært gjennom de ulike fasene og gjennom bruk av verktøy og metoder. Noen hovedpunkter som er knyttet sammen og skaper en helhet i organiseringen av en industriell byggeprosess er:

- Strategisk plan med forankret hovedmål
- Organisasjonsplan og samhandlingsplan
- Fysisk eller virtuell samhandling
- Bakoverplanlegging for hver fase
- Systematisk ferdigstillelse og «null-feil» visjon.

En viktig faktor i erfaringsoverføringen er en kultur for åpenhet. Åpenhet betyr at alle skal kunne si fra både om det som er positivt og om det som behøver å forbedres. Det skal være naturlig å kunne gi gode og konstruktive tilbakemeldinger, oppover, sideveis og nedover i hierarkiet. Åpenhet gjør at alle blir kontinuerlig bedre, noe som medfører felles, kontinuerlig forbedring.

En industrialisert byggeprosess krever et enda tettere samarbeid mellom aktørene i prosjektet. Det er derfor viktig å sette tydelige felles mål, og utvikle insentiver som gjør at alle så langt som mulig får sin andel del av effektiviseringsgevinsten.

Et eksempel på en standardisert og industrialisert prosess finner vi blant annet hos Block Watne.



**Eksempel:** Block Watne, Industrialisert boligbygging, prosess

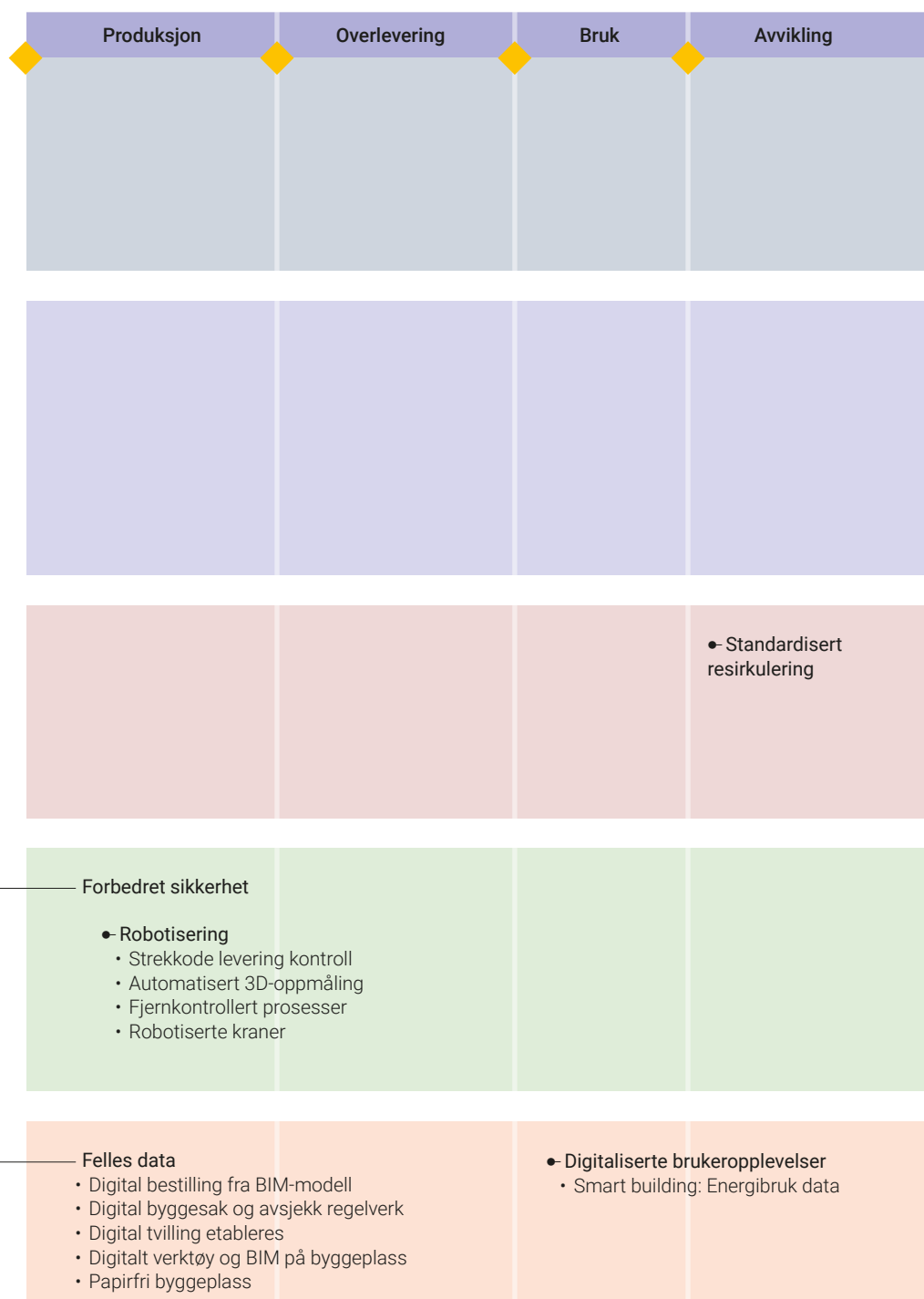
Block Watne er en boligprodusent som har kontroll på hele verdikjeden. De har lagt til rette for å tilby et stort antall varianter av boliger, som har til felles at de bruker mange av de samme bygningselementene uavhengig av boligtype. De har også standardisert selve byggeprosessen fra start til mål gjennom det de kaller «kundereisen». I tillegg bruker de felles verktøy til alt fra tilbud, prosjektering, planlegging, ferdigstillelse og overlevering, noe som gir en effektiv og forutsigbar gjennomføring. Block Watnes «kundereisen» er et eksempel på hvordan man kan bruke en digital tvilling i kontakt med boligkjøperne.

Foto: Jiri Havran

## Når må beslutningene treffes?

	Behov	Konsept	Prosjektering
Organisering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involverende planlegging               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samplanlegging aktiviteter</li> <li>• Kundefokus</li> <li>• Involvering kompetanse</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samarbeidsmodell               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Felles eierskap</li> <li>• Felles mål</li> <li>• Big Room</li> <li>• Samhandling i hele kjeden</li> <li>• Samlokalisering</li> </ul> </li> <li>• Takt og pull</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfaringsoverføring               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluering og feedback</li> <li>• Gjennomføring</li> <li>• Repetisjon/gjenbruk løsninger</li> </ul> </li> </ul>
Flyt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tverrfaglige prosesser               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samarbeid av designer og produsent</li> <li>• Dialog med bruker og eksperter</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Livssyklusdesign               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vugge til vugge fra konsept til riving</li> <li>• 360-graders perspektiv i hele prosessen</li> <li>• Integreerte prosesser</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Front-loading               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leverandører tidlig dialog</li> <li>• Bruker involvering fra konsept</li> <li>• Systematisk ferdigstilling</li> </ul> </li> <li>• Kontinuerlig flyt               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistikkplanlegging</li> <li>• Ressursforberedelse</li> <li>• Ingen ventetid avfall</li> </ul> </li> </ul>
Standardisering		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Åpne systemer               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard grensesnittformat</li> <li>• Enhetlig standarder</li> </ul> </li> <li>• Standardiserte løsninger               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard materialer</li> <li>• Utskiftbarhet</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prefab-moduler               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moduldesign</li> <li>• Kit- og modulproduksjon</li> </ul> </li> </ul>
Automatisering			<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-site produksjon               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrikk på byggeplass</li> <li>• Blandestasjon</li> <li>• Prototyperom</li> </ul> </li> <li>• Bedre forsyningskjede               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinert logistikk fra leverandører</li> </ul> </li> </ul>
Teknologibruk	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablere IT-struktur               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samarbeid av designer og produsent</li> <li>• Dialog med bruker og eksperter</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Felles data               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Felles BIM-modell</li> <li>• 3D sammenstøtningsdeteksjon/BIM</li> <li>• Nasjonal database</li> </ul> </li> </ul>	





**Figur 5** Dette diagrammet viser eksempelvis hvilke beslutninger som må tas i hvilke faser i en industrialisert byggeprosess. Fasene er relatert til fasenormen «Neste steg».<sup>3</sup>



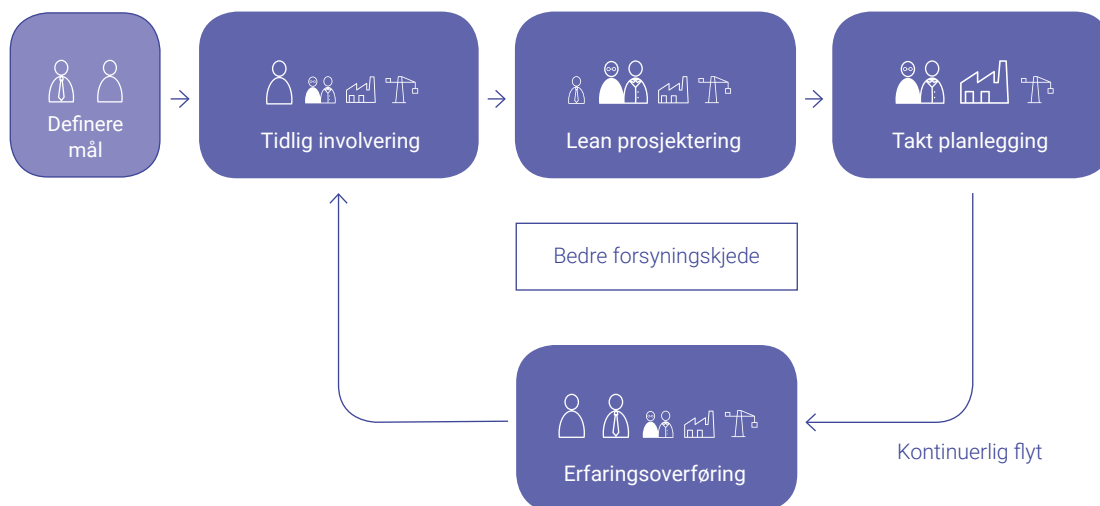
## Flyt

En industriell tankegang krever et overblikk over hele prosessen og en fullstendig forståelse av produktets flyt fra første idé til ferdigstilling og bruk. Flyt innebærer at ressursene skal tilpasses oppgavene, og at prosjektet hele tiden beveger seg framover, uten omkamper og unødvendige gjentakelser. Oppgavene kan kreve ulik bemanning for at flyten skal bli best mulig.

Det er i dag ulike konsepter eller verktøy for å tilrettelegge for mer flyt i byggeprosessen, men felles for disse er at LEAN<sup>(1)</sup> står sentralt som en tankemåte med opprinnelse fra produksjonsindustrien som også kan overføres til bygge- og eiendomsnæringen. Samtidig prosjektering og konsekvent bruk av BIM fra start til slutt bidrar også til god flyt i en industrialisert byggeprosess.

**1. Definere mål:** Byggherre og bruker definerer felles mål for prosjektets gjennomføring og flyt. Det omforente målet forankres i kontraktsdokumentene og formidles til alle involverte. Det avklares tidlig hvilke fagområder og kompetanser som må involveres, og kvalifikasjonskrav og utvalgsriterier besluttes. Eksempler på mål kan være å:

- Se og forstå helheten
- Skape størst mulig flyt i arbeidsoppgavene
- Kontinuerlig lære av egne feil
- Stadig bli bedre
- Tilstrebe null feil
- Redusere sløsing og unødvendig arbeid



**2. Tidlig involvering** og prosessplanlegging reduserer tradisjonell siloinndeling og sikrer et helhetsbilde for alle involverte parter. Et annet ord på tidlig involvering er «frontloading». Det innebærer at riktige aktører blir involvert til riktig tid, så avklaringer kan gjøres raskere og beslutninger treffes fortløpende. Prosjekteier har det overordnede ansvaret for å engasjere de riktige aktørene til riktig tid.

Når alle nødvendige aktører er identifisert og engasjert kan man gjennomføre en felles «bakoverplanlegging» ved oppstart av hver fase:

- Ta utgangspunkt i når en oppgave eller arbeidsoperasjon skal være ferdig.
- Beregn bakover hvor lang tid det tar å gjøre jobben.
- Sett et tidspunkt for når dere må begynne å løse oppgaven.
- Vurder om tiden er tilstrekkelig ut fra tilgjengelige ressurser .

**3. LEAN prosjektering** Et sentralt prinsipp i LEAN<sup>(1)</sup> er de 5 R-ene der de prosjekterende etterspør tverrfaglig:

*Riktig informasjon på Riktig detaljnivå  
til Riktig tidspunkt i Riktig omfang til  
Riktig område*

Prosjekterende aktører har, i likhet med de utførende, en tilbøyelighet til å arbeide i silo. Det vil si én-faglig og ressurseffektivt, men med et selv-sentrisk fokus. Poenget er å bli raskest mulig ferdig med egen del av jobben. I LEAN-prosjektering er det avgjørende at man følger prinsippene for felles prosessplanlegging, flyteffektivitet og bakoverplanlegging gjennom en felles BIM modell etableres som «flytobjekt» for verdioverføring. Videre anbefales

det at de ulike fagområdene holder en jevn og likeverdig arbeidsrytme som tjener byggingens totale fremdrift og sikrer en systematisk bygging og ferdigstillelse.

**4. Taktplanlegging:** I produksjonsindustrien beveger et materiale seg sømløst fra en stasjon til den neste på sin vei til det endelige produktet. I byggenæringen kan sluttproduktet av åpenbare årsaker ikke flyttes. For å oppnå en naturlig flyt og en jevn tilførsel av verdi, må man i stedet la prosessene bevege seg med riktig flyt under byggingen. Taktplanlegging innebærer at man planlegger en inndeling i håndterbare og oversiktlige temaer og arbeidspakker. Denne planleggingsmetoden kan gjennomføres både i prosjekterings- og byggefasen og øker forutsigbarheten, skaper jevn arbeidsrytme og bidrar til bedre kontroll på fremdrift og leveranser.

**5. Erfaringsoverføring:** Evaluer måloppnåelsen fortløpende.

- For hver enkelt fase.
- Av tidlig involvering.
- Bruk av LEAN-prosjektering.
- Bruk av Takt-planlegging.
- Øvrige flytverktøy og metoder.

Legg like mye vekt på det som gikk bra, som det som bør forbedres:

- Hva gjorde vi riktig?
- Hva kan vi ta med oss videre i prosjektet?
- Hva bør vi ta med over i andre prosjekter?
- Hva gikk ikke så bra?
- Hvordan kan vi gjøre det bedre neste gang?

### Prosjekt eksempel:

Statsbygg - Kunsthøgskolen i Bergen (KHiB)

Erfaringene fra taktplanleggingen i samhandlingsfasen før byggefasen i KHiB-prosjektet tilsier at entreprenører, underentreprenører og leverandører av komplekst og avansert utstyr må involveres meget tidlig i planleggingen. Det er gjerne basene og formennene som har den beste kunnskapen om selve arbeidsutførelsen. De kjenner best avhengighetene mellom og arbeidsmengden for de ulike arbeidsoperasjonene. De kan dermed i stor grad påvirke at taktplanen blir riktig. Videre var erfaringen at takttavlene fortløpende måtte tilpasses byggefasen. De er ikke statiske. Man har også erfart at mulighetene ved LEAN bygging og taktplanlegging er svært store. Det er et stort potensial for inntjening, bedre kvalitet og økt produktivitet ved å være enda grundigere i planleggingen.

Foto: Trond A. Isaksen





## Standardisering

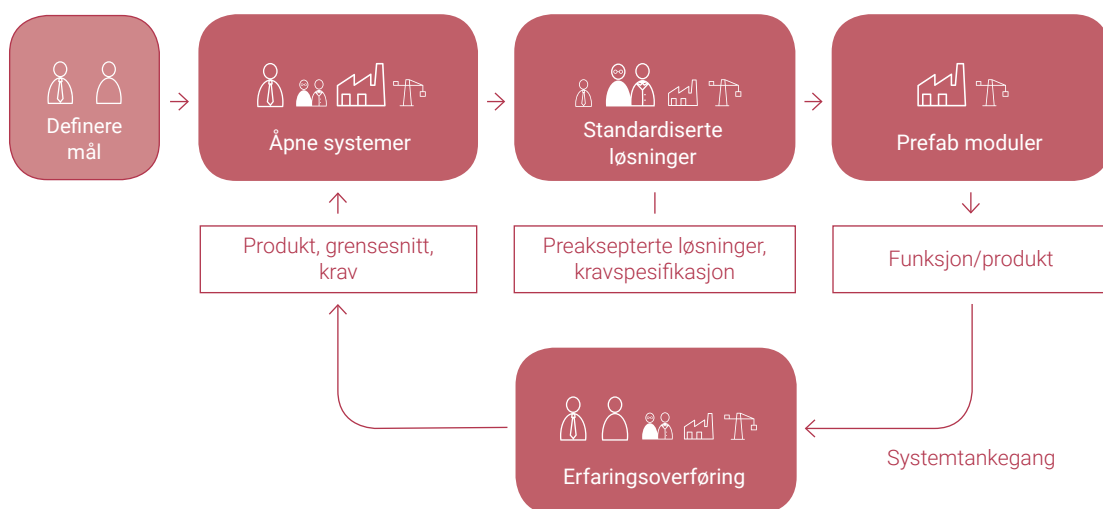
Standardisering og skreddersøm oppfattes gjerne som motsetninger: standardisering fører til kostnadsreduksjon, mens skreddersøm fører til det motsatte. En slik svart-hvitt fremstilling er ikke nødvendigvis riktig. Begge deler inngår som elementer i en industrialisert byggeprosess. Begrepet standardisering rommer også repetisjon, utskiftbarhet og kvalitets-sikring gjennom standardiserte krav, men også standardisering av prosesser og arbeidsmetoder.

**1. Definere mål:** Byggherre og bruker definerer muligheter og felles mål for grad av standardisering. Dette forankres i kontraktsdokumentene og formidles til alle involverte. Det avklares tidlig hvilke fagområder og kompetanser som må involveres, og kvalifikasjonskrav og utvalgskriterier besluttes.

**2. Åpne systemer:** Byggherre er hovedansvarlig for å etablere:

- Nødvendige grunnlagsdokumenter og kravspesifikasjon
- System for gjennomføringen av prosjektet
- Struktur med åpne systemer
- Krav til produkter og sluttleveranser

**3. Standardiserte løsninger:** Prosjekteringsgruppen utvikler prosjektet i henhold til avklart grad av standardiserte løsninger, prosesser og produkter, noe som gir stor grad av overføringsverdi i de videre produksjonsleddene. Utførende tar en aktiv rolle i utviklingen og den videre anvendelsen, for å sikre god samhandling og relevant erfaringskompetanse.



**4. Prefab-moduler:** Utførende kan benytte en rekke standardiserte produksjonsmetoder og produkter i byggefasen. Her finnes det allerede store muligheter med eksisterende funksjoner og produkter. Standardisering kan lett bli sett på som motsetningen til skreddersøm, men det er en for sneversynt tankegang. En kan legge til rette for standardiserte prosesser og systemtankegang selv for stedsspesifikk bygging og skreddersøm.

**5. Erfaringsoverføring:** Det er viktig å evaluere hvordan standardisering, åpne systemer, prosesser og verktøy har bidratt til måloppnåelsen. Igjen vil helhetsfokus i den industrialiserte prosessen være av betydning slik at erfaringsoverføringen bidrar til konkret læring og kontinuerlig forbedring. Erfaringsoverføringen kan bidra til forbedring av kravspesifikasjon og tidlig fase forståelse av prosess.

### Eksempler

Det finnes flere gode eksempler hvor det ovenstående er praktisert med gode resultater, et av disse er utbyggingen av OBOS Ulven i samarbeid med Team Veidekke.

**Eksempel:** OBOS Ulven, Team Veidekke  
– Skala, prosess, standardisering

OBOS sitt initiativ til innovasjonskonkurransen i forbindelse med utbyggingen av Ulven-prosjektet har bidratt til å redusere byggekostnaden med mellom 15 og 20 prosent. Konkurransen stimulerte leverandørene til å bli kreative på å finne løsninger som oppfylte prosjektets mål om rimeligere og bedre løsninger.

Team Veidekke oppgir følgende årsaker til måloppnåelsen:

- Alle etasjene i byggene er like
- Det er to ulike typer bad, ett stort og ett lite
- Det er en grunntype av kjøkken
- Det går en sjakt gjennom hele bygget
- Det er fem forskjellige leilighetstyper som går igjen
- Det er tenkt på kostnadene før bygget ble tegnet
- Timeverkene i produksjon er redusert som følge av standardisering

Foto: LPO



Et eksempel på en standardisert tilrettelegging er NKF Prosjektstøtte sitt arbeid med utarbeidelse av standard kravspesifikasjoner for kommunale bygg.

**Eksempel:** NKF Prosjektstøtte, standard kravspesifikasjoner for kommunale bygg, standardisering

NKF har i samarbeid med kommunene og næringen utviklet standard kravspesifikasjoner for kommunale boliger, barnehager, skoler og sykehjem. Dette er bygg som det bygges mye av og som har innhold og funksjoner som bør kunne brukes likt av de aller fleste kommuner i Norge.

Det er beregnet at besparelespotensialet er mer enn 1 milliard per år gjennom felles bruk av kravspesifikasjonene. En annen effekt er at leverandørmarkedet letter vil kjenne seg igjen fra prosjekt til prosjekt og kunne bidra til gode løsninger og mer effektiv byggeprosess.

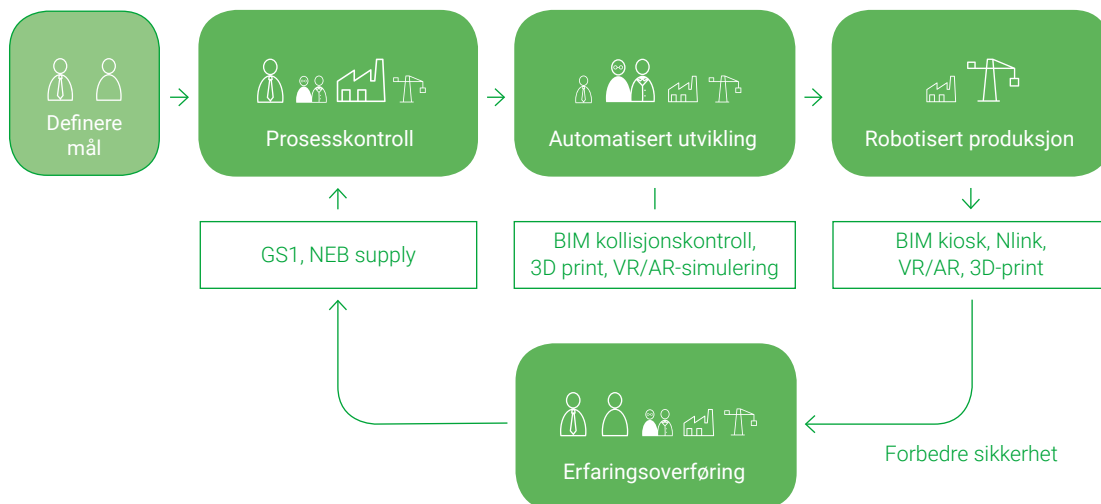
Også Statsbygg og Kriminalomsorgen har standardisert bygging av fengsler med godt resultat.

**Eksempel:** Statsbygg og Kriminalomsorgen, Fengselsbygg – Skala, industrialisert bygging

Statsbygg og Kriminalomsorgen har standardisert og industrialisert bygging av fengselsbygg. Effekten er så langt en halvering av byggetiden og en kostnadsreduksjon på ca. 20 prosent.

Konseptet for nye fengselsbygg ble tatt frem på fire måneder. Tiden fra plan til ferdig bygg er nå ca. 2,5 år, noe som er mer enn en halvering sammenlignet med tidligere prosjekter. Byggekostnadene er lavere enn for 10 år siden. Avklaringer med bruker og oppdragsgiver skjer også mer effektivt. Det er utarbeidet en veileder for standardiserte fengselsbygg som markedet forholder seg til i konkurransen. Romprogram er standardisert, med krav til arkitektur, materialer og løsninger. Grunnlaget er skalerbart slik at man får utnyttet konseptet om det er større eller mindre fengsler som skal bygges. Statsbygg jobber nå med å ta erfaringene med over i andre prosjekter.





## Automatisering

Automatisering betyr at en arbeidsoperasjon går fra å være manuell til at den blir utført med hjelp av maskiner eller en automatisert produksjonsløsning. De aller fleste prosesser er det mulig å automatisere, men bedriftens kompetanse må oppdateres slik at ny teknologi kan håndteres.

1. **Definere mål:** Byggherre og bruker definerer felles mål for prosjektets grad av automatisering, som videre forankres i kontraktsdokumentene og formidles til alle involverte. Det avklares tidlig hvilke fagområder og kompetanser som må involveres, og kvalifikasjonskrav og utvalgsriterier besluttes.
2. **Prosesskontroll:** Byggherre etablerer struktur for prosesskontroll, og forankrer grad av automatisering i alle ledd fra tidlig fase.
3. **Automatisert utvikling:** Prosjekteringsgruppen benytter en rekke automatiserte verktøy i utviklingen av prosjektet.

Det gir overføringsverdi til de videre produksjonsleddene. Utførende tar en aktiv rolle i den videre anvendelsen av de automatiserte verktøyene. Eksempler på aktuelle automatiserte verktøy (anno 2018) er Proptech/volumstudier og anvendelse av AI-teknologi (kunstig intelligens og algoritmer), parametrisert design og automatiserte script i prosjekteringen som angir:

- Stedsspesifikke forutsetninger
- Bærekraftsimuleringer
- Dagslys
- Fasadeutforming
- BIM m/automatiserte simuleringer
- Kollisjonskontroll
- 3D-printing i modellskala og fullskala
- VR/AR-teknologi
- Prosjektering
- Visualisering
- Produksjon

- 4. Robotisert produksjon:** I byggefasen kan det benyttes automatiserte produksjonsmetoder. Utførende kan bruke en rekke automatiserte verktøy og hjelpemidler, fra BIM-kiosk med simuleringer og automatiserte modellgjennomganger, VR/AR-teknologi i bygging, 3D printing i fullskala, robotiserte produksjonsverktøy og lignende. Innen dette feltet antar vi at det vil være en stor utvikling.
- 5. Erfaringsoverføring:** I erfaringsoverføringen er det viktig å evaluere hvordan måloppnåelsen har vært gjennom de ulike fasene og gjennom bruk av automatiserte verktøy og metoder, med fokus på effektive prosesser og gode simuleringer som sikrer null feil.

Eksempel på prosjekter hvor det er stilt aktive krav er Gol Trafikkstasjon, som er det første heldigitale bygget i Statsbyggs Digibyggsatsing, gjennomført av aktører som har en byggetradisjon som er mer analog og manuell. Overgangen har ifølge Statsbygg gått meget bra, og med godt resultat.



**Eksempel:** Mest Bygg AS, Gol Trafikkstasjon – Digital prosess, arbeidsform

Mest Bygg tok utfordringen med å gjennomføre prosjektet Gol Trafikkstasjon med fokus på bruk av digitale verktøy og metoder. Dette har de gjort på en forbilledlig måte og vært aktive og fremoverlent for å lære seg nye ting. Det er gjennomført utstrakt bruk av BIM i prosjektet, lagt til rette for en papirløs byggeplass, brukt digitale HMS-tavler, SHA (Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø) simulator for tilgang til byggeplass, dronescanning, robot for hulltagning, RFID (Radio Frequency Identification), merking av kabler og noe bygningsmateriell og scanning av bygget, med mere. Erfaringene fra prosjektet har vært så positive at Mest Bygg nå har tatt denne måten å jobbe på over i andre prosjekter, driftsmodellen deres har blitt helt forandret.



**Eksempel:** Statsbygg, Gol Trafikkstasjon (Digibbygg) – Heldigital prosess

Statens vegvesen har flyttet inn i det som blir resultatet av Statsbyggs første heldigitale byggeprosjekt (Digibbygg). Prosjektet som er en kombinert trafikkstasjon og kontrollhall for tungtransport er det første av flere prosjekter i Digibbygg-satsingen til Statsbygg. Planleggingen av bygget er heldigital og materialvalg og informasjonslogistikk er sentrale temaer. NeB Supply-standardene og krav til sporbarhet gjennom bruk av GS1-standardene er testet ut i prosjektet.

Prosjektet gjennomføres uten bruk av papirtegninger, og det legges til rette for å få etablert en «Digital tvilling» for bruk i driftsfasen. Bygget skal driftes ved hjelp av smarte system som stordata, sensorteknologi og fjernstyring.

Foto: Ådne Homleid, bygg.no

## Tiltak 2: Organiser prosjektet slik at alle viktige beslutninger og aktører kommer tidlig inn i prosessen

Hvordan man organiserer prosjektet og involverer aktørene vil være helt avgjørende for om man vil lykkes med en høyere grad av industrialisering.

### Tidlig-tidlig-tidlig

Grunnlaget for suksess og fiasko legges tidlig i prosjektet. Det vil være helt avgjørende at rett kompetanse involveres på rett tidspunkt for å oppnå ønskede mål og unngå misforståelser og dårlige løsninger.

Områder å ta hensyn til:

- Planlegg alt i god samhandling mellom byggherre, rådgivere, entreprenører og leverandører
- Gjennomfør oppstartmøte for å skape en felles forståelse for hva som skal bygges og hva som er prosjektets mål
- Lag en plan for kulturbygging som ivaretar ansvar for helheten og forståelse av og respekt for hverandres fag og utfordringer
- Etabler en felles forståelse for sammenhengen mellom fasene i prosjektet og de ulike aktørens rolle, påvirkning og ansvar
- Planlegg godt før byggingen starter
- Inkluder alle fag og roller godt i gjennomføringen
- Bruk felles, åpne standarder og verktøy i hele verdikjeden
- Trekk erfaringer fra andre aktører og tidligere prosjekter
- Vurder alltid hvor mye som kan repeteres av vellykkede løsninger og prosesser

## Tiltak 3: Bruk og berik BIM gjennom alle faser av byggeprosessen. Etabler en «Digital tvilling» å bygge etter og til bruk i byggets driftsfase.

Den antatt største økonomiske effekten av en komplett «Digital tvilling» ligger i byggets driftsfase. En Digital tvilling inneholder et relevant utdrag av alle data som blir lagt inn i BIM underveis i byggeprosessen, og som gir full oversikt over alle tekniske installasjoner, materialbruk og andre forhold som er avgjørende for å drifte bygget mest mulig effektivt.<sup>(4)</sup> De som har jobbet med digitale tvillinger i byggebransjen, ser at det øker byggets

verdi for både eier og bruker, og at kostnadene derfor langt på vei betaler seg selv.

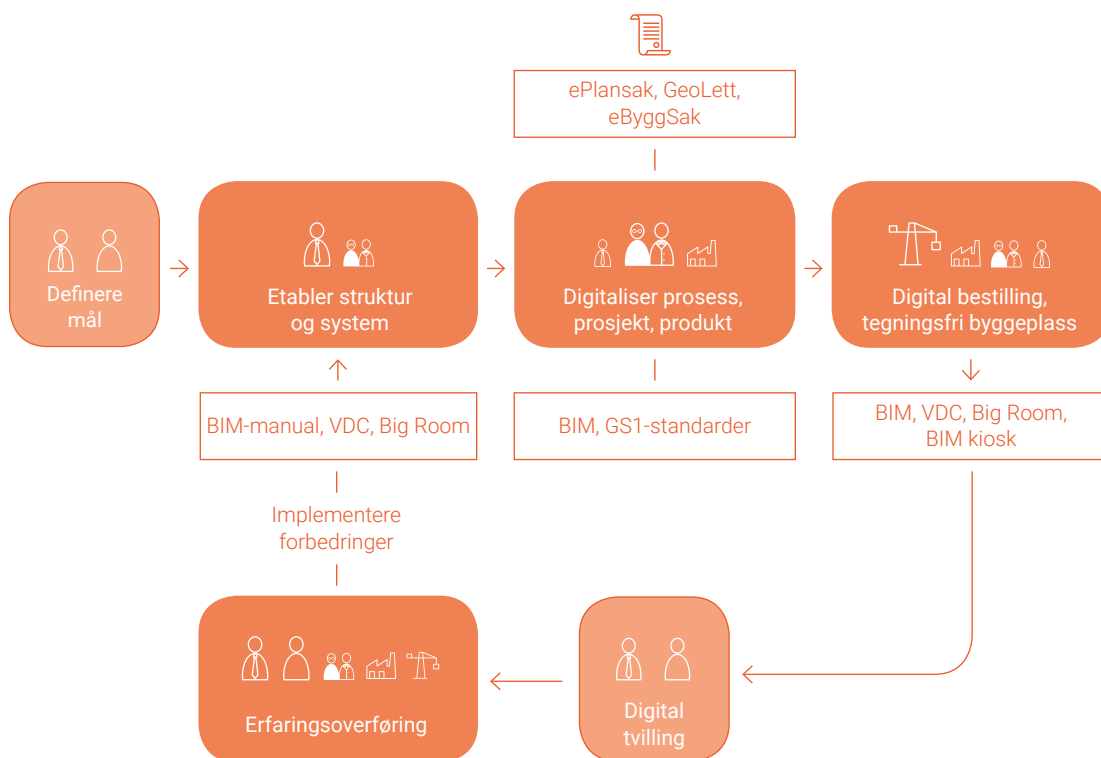
For å få til dette må byggherrer allerede i prosjekteringsfasen definere hva de ønsker å få ut av BIM-modellen. De må stille kontraktsmessige krav til hvordan modellen blir forvaltet i prosjektet, og hvordan den skal overleveres ved prosjektslutt. Dette er nødvendig for å ta ut hele det antatte potensialet av en digitalisering av bransjen.

## Teknologibruk

I store verdikjeder hvor aktører innen design, prosjektering, entreprenører, utbyggere og underleverandører skal jobbe mer effektivt og samarbeide mer sømløst blir det viktig å ta i bruk ny teknologi.

BIM (Bygningsinformasjonsmodell) er en kraftfull plattform for informasjonsflyt på tvers av faser og aktører. I en industrialisert prosess vil BIM gjøre dataflyt mellom prosjekteringsverktøy og produksjon

mer effektivt. Ved å anvende skyløsninger og åpne standarder vil det bli enda lettere å utveksle informasjon samtidig. For å effektivisere prosessene og utvekslingen ytterligere er VDC (Visual Design and Construction) og Lean Construction gode verktøy.



- 1. Definere mål:** Byggherre og bruker definerer felles mål for prosjektets teknologibruk. Det omforente målet forankres i kontraktsdokumentene og formidles til alle involverte. Det avklares tidlig hvilke fagområder og kompetanser som må involveres, og kvalifikasjonskrav og utvalgskriterier besluttes.
- 2. Etabler struktur og system:** Byggherre er hovedansvarlig for å etablere nødvendig grunnlagsdokumenter, struktur og system for gjennomføringen av prosjektet, herunder BIM-manual for å sikre omforent forståelse av BIM som prosjekterings- og informasjonsutvekslingsverktøy. BIM-manualen skal blant annet stadfeste hvilke elementer som skal ferdigstilles på hvilket nivå til hvilken tid, og hvem som har ansvar for hva.
- 3. Digitaliser prosess, prosjekt og produkt:** Bruk BIM i prosjektering og informasjonsutveksling. BIM er et verktøy som muliggjør tredimensjonal prosjektering og informasjonsutveksling. I 3D-modellen kan man i tillegg knytte all ønsket informasjon til de tegnede objektene samt informasjon om byggeprosjektet på et sted. BIM-modellen kan også kobles til:
  - Tid og fremdrift (4D)
  - Kostnader og økonomi (5D)
  - Intelligent linking mellom som-bygget-modell og livssyklusstyring (6D)

Disse dimensjonene er ennå lite benyttet i byggenæringen. Det er sannsynlig at BIM-modellen i framtiden vil gi ett, komplett underlag for prosjektering, oppføring, vedlikehold og avslutning av et bygg.

I prosjekteringen er det viktig å sikre god flyt i BIM-modellen. Prosjekteringsgruppen må dermed etablere et bevisst forhold til hvilke elementer som skal ferdigstilles på hvilket nivå til hvilken tid.

Den digitale modellen gjør det mulig å se hvordan et bygg vil fungere når det er ferdig, og man gjennom tverrfaglige kollisjonskontroller kan kontrollere at bygget er byggbart. En kritisk suksessfaktor her er den samlede prosjekteringsgruppens kompetanse og erfaringer. Et bygg blir ikke godt å være i, byggbart eller vedlikeholdsvennlig fordi det er prosjektert i BIM.

Et bygg blir vellykket fordi prosjekteringsgruppen forstår utfordringene og finner gode løsninger. Visuell gjennomgang av BIM-modellen som del av samhandlingen er en annen måte å bruke modellen på. Ved digitalt å simulere at man går/beveger seg gjennom modellen innhenter man informasjon om rommenes forløp og møblering. En slik virtuell vandring gjennom modellen danner et nyttig grunnlag for byggherrens og brukerens beslutninger.

- 4. Digital bestilling:** En forutsetning for å få full industriell flyt i et byggeprosjekt og fullt utbytte av BIM og andre digitale hjelpemidler er at alle bestillinger, leveranser og mottak på byggeplassen skjer digitalt. Mer om dette i neste kapittel.
- 5. Tegningsfri byggeplass:** BIM modellen er også produksjonsgrunnlaget for byggeplass, og store deler av byggeproduksjonen kan benytte en digital BIM-modell direkte fremfor papirtegninger. Utførende får kontinuerlig tilgang til oppdaterte produksjonstegninger gjennom for eksempel håndholdte konsoller eller BIM-kiosker.

Digitale hjelpemidler gir gode muligheter for å visualisere bygget og dets detaljer i en 3D-modell. Mest mulig informasjon kan samles og deles på et lett tilgjengelig sted. Dataene vil alltid være oppdaterte om hele prosessen foregår digitalt. Mengden papir, antallet tegningsrevisjoner og kildene til feil kan reduseres vesentlig. Det blir lettere for håndverkerne å forstå helhet, rom, lengder, bredder, avstander og dybder. Videre kan kvalitetsoppfølgingen av egne og andres arbeider bedres vesentlig. BIM-kioskene skal være lett tilgjengelige på byggeplassen.

- 6. Erfaringsoverføring:** Det er viktig å evaluere hvordan teknologibruken, prosesser og verktøy har bidratt til måloppnåelsen. Igjen vil helhetsfokuset i den industrialiserte prosessen være av betydning slik at erfaringsoverføringen bidrar til konkret læring og kontinuerlig forbedring

Bruk av BIM utvikles stadig og Stavanger Universitets Sykehus (SUS2023) har en plan om å planlegge og legge til rette for en digital løsning som muliggjør industrialisert bygging av høy kvalitet.

**Eksempel:** SUS2023  
(Stavanger Universitets Sykehus), Industrialisering og digitalisering

Dette sykehusprosjektet har fått mye oppmerksomhet både i Norge og internasjonalt ved å planlegge og legge til rette for en digital løsning som muliggjør industrialisert bygging av høy kvalitet, blant annet gjennom et 3D-studio der brukergrupper kunne teste sykehuset før det bygges, samt bruk av teknologiske løsninger for å effektivisere byggeplassen. Prosjektet har også lyktes med å utvikle et innovativt konsept som muliggjør en industrialisert arbeidsmetodikk – også inne i selve BIM-modellen. Teamet har bokstavelig talt knekt koden som lar dem jobbe med moduler der man tidligere måtte detaljere hvert rom hver for seg. Det gir økt effektivitet, bedre kostnadskontroll og reduserer risikoen for feilprosjektering.

## Råd 2: Digitaliser alle materialkjøp ved bruk av eksisterende åpne, felles og standardiserte løsninger

Digitale innkjøp gir byggets brukere, FDV-operatørene, byggeier og produksjonsfellesskapet effektiv tilgang til informasjon om produkter og løsninger. Digitalt innkjøp har et stort økonomisk og funksjonelt potensial for alle, og vil effektivisere administrative prosesser og fjerne dagens manuelle håndtering med tilhørende feilkilder.

Prosjekteringsfasen er i mange tilfeller heldigitalisert og man bruker nye metoder for samhandling gjennom åpne standarder. Hvis man skal kunne hente ut effekten av digitalisering i senere faser (byggeplasslogistikk, montering og driftsfasen m.m.) må både varebestillingen og -mottak gjøres digitalt. I tillegg åpner det for tidligere varebestilling som gir bedre planleggingshorisont for produsenter og varehandel.



## Tiltak 1: Byggherrene må stille krav til at alle aktører i prosjektet bruker åpne, etablerte standarder for produktsøk, kjøp og leveranser.

Bruk av NeB Supply, som er utviklet av nordisk byggevarerhandel og byggevarerindustri, er en forutsetning for å hente ut effektiviseringsgevinster mot handel/grossister og produsenter samt en vesentlig bidragsyter mot en mer effektiv og digital byggeplasslogistikk.

Tiltaket retter seg mot entreprenører og deres samarbeidspartnere som må utvide bruken av elektroniske bestillinger mot grossister og vareleverandører.

Digitaliseringen av handel i byggenæringen er kommet godt i gang mellom handel og industri der 100 prosent av fakturafløyten er digitalisert. Flere aktører er godt i gang med elektroniske bestillinger og ordrebekreftelser og elektroniske pakksedler er på vei inn, men fremdeles gjenstår den store utbredelsen av elektronisk samhandling.

### **Bedret kontroll på byggeplass**

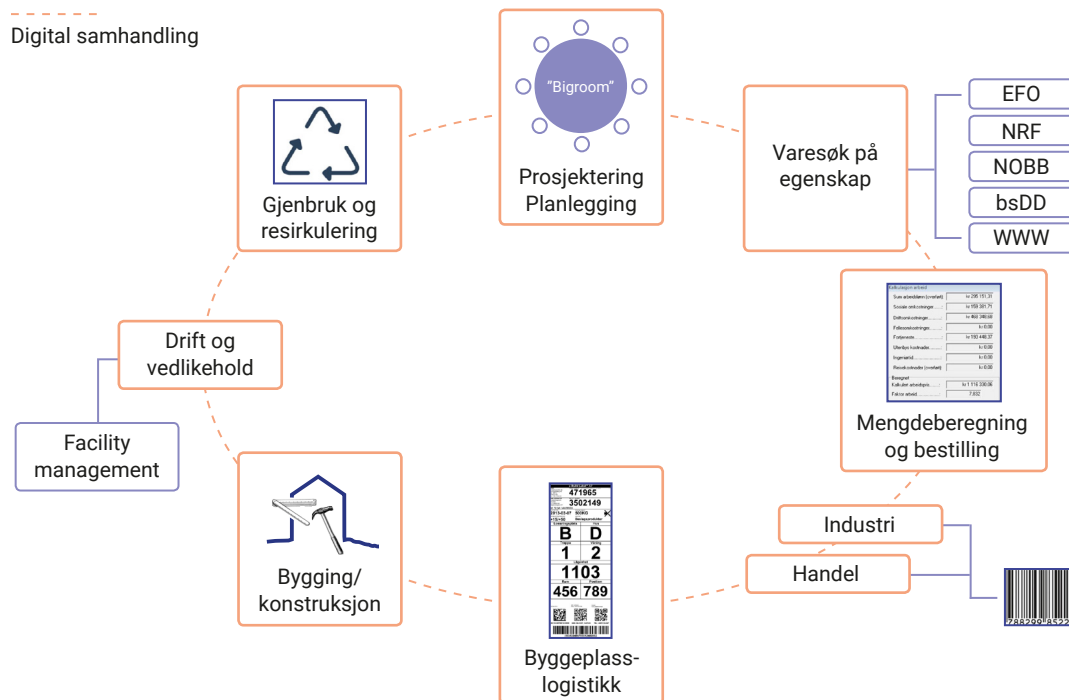
Det foregår liten kontroll av hva som faktisk mottas av produkter på byggeplass, til tross for at merking og teknologi er tilgjengelig. Byggeplasslogistikk er lite fokusert i entreprenørleddet til tross for store dokumenterte besparelser. Entreprenøren kan med god planlegging få levert riktig produkt til rett tid på riktig sted og samtidig sikre seg riktig dokumentasjon digitalt. Hvorfor dette ikke gjøres henger sammen med innarbeidede rutiner, bonusordninger, avtaleverk m.m.

Dette vil ikke endre seg av seg selv, men vil endres med krav fra oppdragsgivere og skjerpet konkurranse. Dette vil komme med skjerpede byggeierkrav og økt internasjonal konkurranse, samt mer industrialiserte(sammensatte) produktleveranser.

### **Driftsbehov må tydeliggjøres**

Når det gjelder drift av byggene har de store flergangsbyggherrene tatt til seg mulighetene rundt digital samhandling og spesielt gjennom NKF-prosjektet «Eier og bestillerforum». Her arbeides det med digitale produktinformasjonsløsninger knyttet mot byggets produktdatabase eller BIM-server (Facility Management). Knytningen fra planlegging (BIM) til bestilling er også godt i gang i et samarbeid mellom Gausdal Landhandleri, Holte og Logiq. Her vil mengdeberegninger og bestillinger kunne tas rett fra BIM-modellen uten manuelle og tidkrevende beregninger.

God sporbarhet og dokumentasjon på produktene som er benyttet i byggene muliggjør å tenke sirkulærøkonomi og avfallsbehandling på mange områder. Å vite hva bygget inneholder allerede i planleggingsfasen vil sikre en mer forsvarelig forvaltning av våre stadig knappere naturressurser på en rekke områder.



Figur 6 Verdikjede og vareflyt (faksimile ©Virke)

## Tiltak 2: Bruk åpne standarder (GS1) for unik vareidentifisering og lokalisering på byggeplassen.

I forvaltningen av bygget kan det være en utfordring å knytte produkter og informasjon i den digitale modellen bygget til den fysiske. Derfor har både Statsbygg og det nye Sykehuset i Vestfold (Tønsberg prosjektet) valgt å bruke RFID-brikker for å unikt identifisere enkelte produkter (dører og vinduer) i bygget. RFID-brikker blir gjerne brukt i produksjonsprosessen av både dører og vinduer. Ved å bruke GS1-standarder vil brikken kunne gi verdi i hele produktets levetid, inkludert i byggeprosessen og i forvaltningen av bygget. Fordi man enkelt kan knytte produktet til

en digital modell i byggeprosessen fordi man enkelt kan identifisere produktet i forvaltningen av bygget.

Hvis man i tillegg benytter GLN (Global location number), kan man knytte produktet til en fysisk lokasjon som også fungerer i en BIM-modell.

SGTIN (Serialized Global Trade Item Number) er ett tillegg til GTIN som gir mulighet til å individuelt identifisere forskjellige enheter av det samme produktet. Ett GTIN i seg selv gir ikke unik identifikasjon av hver enkelt enhet av ett produkt, fordi den ikke unikt identifiserer hver

enkelt forekomst av et fysisk objekt. GTIN identifiserer en bestemt gruppe av identiske produkter, mens SGTIN identifiserer hver enkelt enhet av identiske produkter ved hjelp av serienummer. For eksempel har ett armatur et GTIN, og for å kunne skille to like armaturer fra hverandre, må disse ha hvert sitt SGTIN.

### **Bruk av BIM og varekoder**

For praktisk å gjennomføre prosessen fra BIM til bestilt produkt benyttes flere åpne standarder. Det hele starter med import av IFC (utvekslingsformatet til åpen BIM) til et egnet kalkyleverktøy. Gjennom importprosessen kobles de generiske IFC-objektene til brukerens element- og kostnadsbase. Brukeren kan velge fra et bibliotek av koblingsmaler, eller definere sin egen tilpasset firmaets byggemetode.

I element- og kostnadsbasen er alle lagene i bygningselementet knyttet til ressurser som produkt og monteringsstid. Produktet er definert ved hjelp av GTIN (unik identifikator for produktet). Ved å importere ferdig rabatterte prisfiler fra leverandør sikrer brukeren rett produkt og avtalt pris. Leverandør defineres ved hjelp av GLN (Unik identifikator for leverandør).

Der produkt ennå ikke er valgt kan brukeren søke i NOBB (Norsk varedatabase) for å finne produkter basert på egenskaper definert i for eksempel IF-filen. Produktet er tilknyttet Product Data Templates (PDT) som er standardiserte produkt egenskaper. Denne PDT-en benyttes for å søke i NOBB. Brukeren får da filtrert resultatet sitt og kan velge produkt uavhengig av leverandør, men basert på egenskaper til produktet.

Brukeren kan så oppdatere BIM-en med valgte løsninger og produkter for de generiske BIM-objektene. På denne måten kan en reell digital tvilling bli etablert og vedlikeholdt gjennom hele prosessen.

### **Fjern alle hindringer**

Manglende åpen tilgang til kildeinformasjon om produkter og løsninger lager unødig hinder for as-built-dokumentasjon og digital tvilling, og hindrer effektiv service og oppfølging fra produsent i byggets driftsfase.

For at bransjen skal kunne hente ut effektene av digitalisering, må tiltakene baseres på åpne standarder. I byggebransjen er buildingSMART, NeB Supply (handelens digitale arbeidsutvalg) og GS1-eksempler på organisasjoner som utarbeider og forvalter standarder som er åpne og ikke-ekskluderende. I dag er IFC de facto standard filformat for BIM objekter. Vi trenger en tilsvarende standard for unik identifisering av varer og produkter på tvers av varedatabaser og gjennom hele verdikjeden. Der kan GS1-standarder generelt og GTIN spesielt spille en rolle og løse noen av de utfordringene vi har i dag.

De åpne standardene er den digitale grunnmuren. Hvis man bruker dem, spiller det ingen rolle i hvilken database masterdata eller transaksjonsdata ligger i.

### **Felles og åpne standarder er nøkkelen**

Digitalisering og industrialisering krever at informasjonen er maskinlesbar og at det er en felles standard for identifisering av produkter. Den må være entydig på tvers av aktører i bransjen og mellom varedatabaser som NOBB, EFO og NRF, og kunne følge produktet gjennom verdikjeden i hele produktets levetid, fra produksjon via montering til gjenbruk og resirkulering. Da sikrer man full sporbarhet på produkt, produsent og produktinnhold.

Hvis man ikke har en felles standard for unik identifisering av produktet gjennom produktets levetid, er det vanskelig å digitalisere informasjonsflyten. Ved å bruke ID-nøkkelen GTIN – som er en åpen, global standard - oppfyller man alle disse kravene.

**Eksempel:** Gausdal Landhandleri, elektronisk bestilling og bruk av GS1-standardene

Gausdal Landhandleri har doblet omsetningen med seks færre årsverk ved å implementere GS1 og NeB supply-standarder i sin «supply chain». Samtidig som de har oppnådd en høyere leveransepresisjon med færre feil. Den samme effekten er mulig å hente ut for bransjen under ett og oppnå store besparelser, med elektroniske bestillinger, bedre planlegging og logistikk, automatisk fakturering og standardisert dokumentasjon. Et pågående samarbeide med GS1 skal utvikle dette videre slik at også byggmesterne blir mer aktive i prosessen.

Foto: Kirsti Hovde



Ved å bruke alle GS1-standardene også knyttet til logistikk, har man automatisert hele vareflyten fra bestilling til produktet blir montert.

De åpne standardene utgjør den digitale grunnmuren. Hvis man som bransje klarer å bli enig om dette, har man mulighet for å:

- Effektivisere logistikk fra produsent til grossist og byggeplass
- Effektivisere byggeplasslogistikk
- Gjøre elektronisk bestillinger basert på produkt egenskaper fra BIM-modell
- Få bedre kontroll med fremdrift i prosjekter fordi digital dokumentflyt følger fysisk vareflyt
- Oppdatere BIM-modell med produkter som er bestilt, levert og montert
- Få full sporbarhet fra produksjon til demontering, gjenbruk og resirkulering
- Gjøre norskproduserte produkter synlige i eksportmarkeder

Som et eksempel har Gausdal Landhandleri har tatt i bruk flere standarder for bruk i egen produksjon. Også Sykehuset i Vestfold – Tønsbergprosjektet har stilt krav overfor leverandørene med tanke produktidentifikasjon og dokumentasjon gjennom bruk av GS1-standardene.

**Eksempel:** Sykehuset i Vestfold, Tønsbergprosjektet – Organisering, arbeidsform

Sykehuset i Vestfold HF har i Tønsbergprosjektet satt seg ambisiøse mål som byggherre for å forbedre informasjonslogistikk og digital samhandling i prosjektet.

Tønsbergprosjektet har utfordret leverandørene og stilt krav om å bruke GS1-standardene: GTIN, SGTIN og RFID for å kunne følge produkter og løsninger gjennom hele verdikjeden, fra planlegging til prosjektering, bygging og drift. Sentralt i utviklingen er å etablere egenskapsinformasjon i BIM på en standardisert, strukturert og effektiv måte, som enkelt skal kunne brukes av alle aktørene i prosessen. Prosjektet har lagt til rette for samtidig prosjektering og planlegging.



# Sjekklister

Her er et verktøy dere kan bruke for å sjekke at dere har fulgt prosessmodellen som er beskrevet i denne veilederen. Denne listen kan brukes både ved oppstart og tilpasses bruk underveis i prosessen ved at dere ikke bare tikker av hva dere har gjort, men om prosesser og strategier fungerer etter hensikten.

## Tenk og planlegg industrielt fra start

### Organisering

For å lykkes med en industrialisert byggeprosess må virksomheten kunne svare JA på disse spørsmålene.



## Organisering

Spørsmål	JA/NEI	Tiltak
Har vi nødvendig kompetanse til å legge til rette for en industriell byggeprosess?		
Har vi definert og tydeliggjort prosjektets mål?		
Har vi laget en strategi for hvilke verktøy og metoder som må være på plass for å få til en industriell byggeprosess?		
Har vi forankret strategi og felles mål for prosjektet og tatt disse inn i kontraktsdokumentene?		
Har vi stilt konkrete krav om bruk av industrialiserte prosesser og verktøy?		
Har vi stilt konkrete krav til bruk av BIM i prosjektet?		
Har vi en gjennomføringsmodell som stimulerer leverandørene til å tenke industrielt?		
Har vi organisert prosjektet slik at det er rigget for en industrialisert byggeprosess?		
Har vi lagt til rette for samlokalisering av prosjektteamet enten fysisk eller virtuelt?		
Har vi etablert en god samhandlingsmodell som inkluderer og involverer alle parter og leverandører?		
Har vi etablert en plan for systematisk ferdigstilling og testing?		
Har vi lagt til rette for evaluering og erfaringsoverføring gjennom de ulike fasene av prosjektet?		

 **Flyt**

Spørsmål	JA/NEI	Tiltak
Har vi definert mål og gjennomført en prosess for hvordan vi skal sikre best mulig flyt gjennom alle faser av byggeprosjektet?		
Har vi involvert de riktige aktørene til riktig tid i hver fase av prosjektgjennomføringen?		
Har vi vurdert om LEAN prosjektering og bygging kan bidra til bedre å nå prosjektets mål?		
Har vi riktig informasjon på riktig nivå til riktig tidspunkt i riktig omfang til riktig område?		
Har vi lagt til rette for erfaringsoverføring fortløpende med fokus på det som går bra og det som bør forbedres?		





## Standardisering



## Automatisering

Spørsmål	JA/NEI	Tiltak
Har vi definert muligheter og felles mål for grad av standardisering i prosjektet?		
Har vi stilt krav til bruk av løsninger og verktøy som baserer seg på bruk av åpne standarder?		
Har vi evaluert og definert hvilke standardiserte og preaksepterte løsninger som vil bidra best til å nå prosjektets mål?		
Har vi vurdert hvilke produksjonsmetoder som vil være best for prosjektet – hva skal produseres i fabrikk og hva skal produseres på plassen?		
Har vi vurdert hvilke automatiserte produksjonsmetoder og verktøy som kan øke effektivitet og kvalitet i prosjektet – BIM-kiosker, VR/AR-teknologi, robotiserte produksjonsverktøy og lignende?		
Har vi lagt til rette for erfaringsoverføring fortløpende med fokus på det som går bra og det som bør forbedres?		

## Bruk og berik BIM gjennom alle faser av byggeprosessen – etabler en «Digital tvilling» å bygge etter og til bruk i byggets driftsfase

### Teknologibruk

Spørsmål	JA/NEI	Tiltak
Har vi definert mål for prosjektets teknologibruk?		
Har vi forankret målene i kontraktsdokumentene og formidlet dem til alle involverte?		
Har vi etablert en BIM-manual for å sikre en omforent forståelse av bruken av BIM som prosjekterings- og informasjonsutvekslingsverktøy i produksjon?		
Har vi definert hvem som er ansvarlig for hva i BIM-manualen?		
Har vi lagt til rette for å etablere en «Digital tvilling» å bygge etter og til bruk i byggets driftsfase?		
Har vi besluttet hva som skal inngå i den «Digitale tvillingen» for at den skal være praktisk og anvendelig i driftsfasen?		
Har vi lagt til rette for en «tegningsfri byggeplass», det vil si at vi ikke distribuerer papirtegninger å bygge etter?		
Har vi lagt til rette for erfaringsoverføring fortløpende med fokus på det som går bra og det som bør forbedres?		

## Digitale bestillinger

Spørsmål	JA/NEI	Tiltak
Har vi stilt konkrete krav til bruk av digitale bestillinger for å sikre flyt, logistikk og dokumentasjon?		
Har vi definert og stilt krav til dokumentasjon av produkter og løsninger som vil sikre god effektivitet i driften av bygget?		
Har vi forankret målene i kontraktsdokumentene og formidlet dem til alle involverte?		
Har vi lagt til rette for redusert avfall og mulighet for sirkulærøkonomi i prosjektet?		
Har vi vurdert å stille krav om bruk av GS1-standardene, GTIN, RFID, GLN etc. for produktidentifikasjon?		
Har vi lagt til rette for erfaringsoverføring fortløpende med fokus på det som går bra og det som bør forbedres?		

## Kilder

1. Howell G, Ballard G. Implementing Lean construction: Understanding and action. Proc. International Group for Lean Construction, Brasil, 1998.
2. Moum A, Høiland-Kaupang H, Olsson N, Bredeli M. Industrialisering av byggeprosessene – status og trender. SINTEF akademisk forlag, 2017.
3. Bygg21. Fasenormen «Neste steg». Tilgjengelig: [https://www.bygg21.no/globalassets/dokumenter/nestesteg\\_fullversjon.pdf](https://www.bygg21.no/globalassets/dokumenter/nestesteg_fullversjon.pdf) Laget november 2015.
4. Byggenæringens Landsforening (BNL). Digitalt veikart: Forslag til anbefalinger og tiltak 19/2 2017.



## Begreper og forkortelser i denne veilederen

**BIM:** Bygningsinformasjonsmodellering (building information modeling) er det man kaller digitale modeller av et bygg. BIM er ment som kjernen i en samarbeidsmodell mellom alle deltakerne i prosjektet, både under selve byggeprosessen og senere gjennom hele bygningens levetid til og med eventuell riving og gjenvinning av materialer.

**Digital tvilling:** er en digital kopi eller replika av det fysiske bygget som inneholder all den informasjonen som trengs lagret og tilgjengeliggjort for de som trenger det der de trenger det. Spesielt nyttig i byggets driftsfase.

**FDV:** Forvaltning, drift og vedlikehold.

**GLN:** (Global Location Number) knytter Produkter til en fysisk lokasjon, bygg og etasje.

**GS1:** er en global non-profit organisasjon som har sitt utspring fra dagligvarebransjen og leverer standarder som skaper verdi både her og i mange andre næringer som har digitalisert sin verdikjede.

**GTIN:** (Global Trade Identification Number) er en unik, internasjonal produkt-ID som identifiserer enkeltprodukter.

**LEAN:** eller veltrimmet produksjon fokuserer på å eliminere såkalt sløsing av tid og ressurser. Sentralt i denne tenkningen er det å skape merverdi med mindre innsats av ressurser for økt lønnsomhet.

**NeB Supply Material:** Felles nordisk digitalt meldingsformat (EDI). Utviklet for digital samhandling mellom vareleverandører og «forvaltere/byggere» i forbindelse med varebestillinger, ordrebekreftelser, varemottak og faktura.

**RFID:** (Radio Frequency Identification) gir unik identifisering av enkeltprodukter.

**PDT:** (Product Data Templates) register som angir produkter som er beskrevet med standardiserte produkt egenskaper

**SGTIN:** (Serialized Global Trade Item Number) gir mulighet for individuelt å identifisere forskjellige enheter av det samme produktet.

**VDC:** Virtual Design and Construction omfatter både BIM modellering, prosess modellering og ICE (Integrated Concurrent Engineering). Gjennom VDC fokuseres det på å bruke 3D modeller for å lette kommunikasjonen mellom alle involverte parter. I tillegg gir metoden et tydelig og felles bilde av byggeprosessen og det ferdige produktet.

**VR/AR:** VR betyr Virtual Reality – en 100% kunstig virtuell opplevelse. AR betyr Augmented Reality – og tar utgangspunkt i virkeligheten og tilfører denne virtuelle element, for eksempel å legge til en digital 3D-modell i et bilde. I dagligtalen brukes gjerne begrepet VR om begge teknologiene.



Enkle grep  
– raskere fra behov  
til bygg

## Hovedrapporter



En god start  
– beste praksis for plan-  
og byggeprosesser



Enkelt og presis  
– nødvendig kunnskap  
om bygg- og eiendoms-  
næringens utvikling



Gode bygg og områder  
– for helse, miljøet og  
lommeboka



Samhandling i  
byggeprosjekter



Industrialisering  
av byggeprosjekter



Veien til en kompetanse-  
drevet næring  
– kompetanse som  
konkurransesfortrinn

## Veiledere



Utbyggingsavtaler  
– Byrdefordeling  
i ubalanse



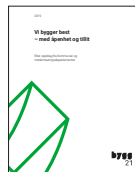
Steg for steg  
– veien til gode  
reguleringsplaner



Bygg- og  
eiendomssektorens  
betydning for  
klimagassutslipp



10 kvalitets-  
prinsipper for  
bærekraftige bygg  
og områder



Vi bygger best – med  
åpenhet og tillit



Tenk nytt – bruk kjente  
løsninger



Flinke folk til riktig  
plass til rett tid



**bygg**  
21

Bygg21  
Mariboegs gate 13  
0183 Oslo

