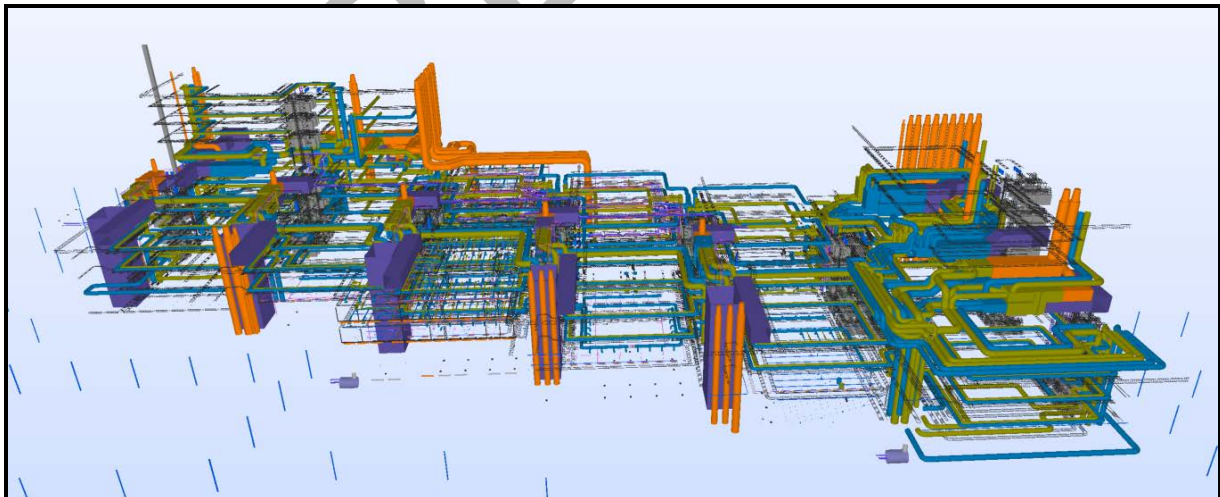


# PROSJEKT LIVSVITENSKAP (UIO) SYSTEMATISK FERDIGSTILLELSE STRATEGI

for SAMSPILL-/DETALJPROSJEKTERINGSFASEN og BYGGEFASEN



Versjon: 24.06.2018

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
1.1	Overordnet	3
1.2	Hvorfor Systematisk ferdigstilling?	3
<b>2</b>	<b>Systematisk ferdigstilling i LV-prosjektet</b>	<b>5</b>
2.1	Systematisk ferdigstilling for LV	5
2.1.1	Funksjon og geometri	5
2.1.2	Tabletest	6
2.1.3	Mekanisk ferdigstilling	6
2.1.4	Områdetest	6
2.1.5	System funksjonstest	6
2.1.6	Integrert test	6
2.1.7	Fullskalatest	6
2.1.8	Virksomhetstest	7
2.2	Mål for Systematisk ferdigstilling	7
<b>3</b>	<b>Elementer i Systematisk ferdigstilling i LV-prosjektet</b>	<b>8</b>
3.1	Prosesstenking	8
3.2	Dokumenter for systematisk ferdigstilling	8
3.3	Testing og opplæring	9
3.3.1	Prosess for testgjennomføring	9
3.4	Opplæring	10
3.5	FDV	11
<b>4</b>	<b>Suksessfaktorer</b>	<b>12</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Overordnet

Dokumentet «Strategier og Grep» beskriver hvilke strategier og hvilke grep som sammen skal bidra til at prosjektet Livsvitenskap skal bli et godt prosjekt for alle involverte. Der er også prosjektets overordnede mål, slik de fremkommer i styringsdokumentet, angitt.

Dette dokumentet tar spesifikt for seg strategien for Systematisk ferdigstilling i prosjektet.

Prosjektet Livsvitenskap forkortes heretter til **LV**.

## 1.2 Hvorfor Systematisk ferdigstilling?

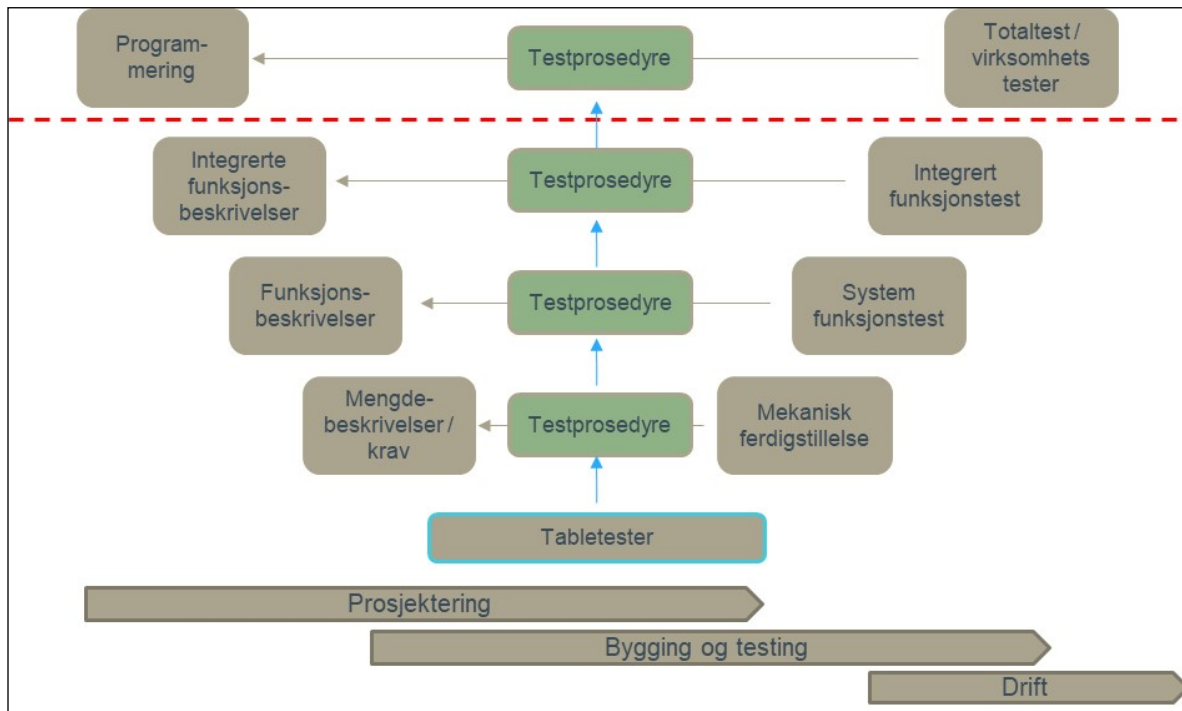
Byggenæringen har i de siste 20 årene hatt en lavere produktivitetsutvikling enn andre bransjer, og mange byggeprosjekter preges av at de tekniske systemene/de prosjekterte funksjonene ikke fungerer som de skal når bygget står ferdig. LV-prosjektet skal benytte Veileder for Systematisk ferdigstilling samt de erfaringer og resultater KHiB-prosjektet genererte og utvikle prosessen videre derfra.

Systematisk ferdigstilling er definert som:

*«En 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.»*

Systematisk ferdigstilling handler altså ikke bare om den avsluttende ferdigstillingen, men om hvordan man gjennom hele prosjektet kan tilrettelegge for en vellykket ferdigstilling, med rett kvalitet til rett tid. Arbeidet bør starte ved prosjektoppstart og pågå i iterasjoner gjennom hele prosjektet. Dette krever såkalt bakover- planlegging der en starter med hvordan en ønsker at resultatet skal være. Ved tidlig å definere resultatet, med såkalte akseptanskriterier, er det enklere å bli konkret på hva som kreves i planlegging, bygging og prosjektering på et tidlig tidspunkt. Tanken er å bruke mer ressurser på planlegging og prosjektering, og mindre ressurser på avklaring underveis i byggeprosjektet som følge av unøyaktig grunnlag.

**V-modellen** under illustrerer sammenhengen mellom prosjektert grunnlag og testing av ferdigstilte systemer. I tillegg illustrerer figuren tabletestenes funksjon i form av kvalitetssikring av testprosedyrene.



I LV er Systematisk ferdigstilling en av hovedprosessene. Denne hovedprosessen skal planlegges av samspillsgruppen i oppstarten av detaljprosjekteringen. Det er en prosess som går gjennom hele prosjektet. Den ble startet av PG sammen med Statsbygg slik at elementer av dette er ivaretatt gjennom forprosjektet. Systematisk ferdigstilling handler ikke om en avsluttende test, men om veien dit gjennom prosjektmodellens faser og gjennom oppgaver i de ulike fasene for de ulike aktørene.

Systematisk ferdigstilling definerer tydelige leveranser for de ulike aktørene i prosjektet fra utarbeidelse av dokumenter til definerte leveranser i testing og verifisering.

Ett av hovedprinsippene i systematisk ferdigstilling er tidlig testing for å sikre at prosjektet ikke planlegger eller bygger inn systemfeil som er gjentakende gjennom flere etasjer eller flere systemer. Testingen kan med fordel starte som tabletter som er teoretisk testing av tekniske systemer før byggingen starter. Dette for å sikre at rådgiverne har designet systemer som virker hver for seg og som kan integreres som forutsatt. I tillegg vil en slik tablettest kunne avsløre om de produktene som entreprenørene velger å benytte faktisk vil virke som forutsatt og at disse lar seg integrere sammen med andre komponenter i systemet eller de integrerte systemene som skal virke sammen. Deretter defineres fysiske tester slik at disse kan starte med så lite som mulig av byggingen gjennomført. Dette for tidlig å kunne identifisere feil utførelse eller feil bruk av komponenter så tidlig som overhodet mulig i byggingen.

Systematisk ferdigstilling er en prosess som strukturert ivaretar:

- kvalitetssikring av forutsetninger for bygging
- kvalitetssikring av valg av komponenter og utførelse
- kvalitetssikring av testprosedyrer
- sikrer definerte akseptanskriterier
- involvering og opplæring av driftspersonell
- FDV-dokumentasjon levert i tide før oppstart fysiske tester
- tidlig testing
- geometri og funksjon

## 2 Systematisk ferdigstilling i LV-prosjektet

Hensikten er å skape en kontinuerlig forbedring ved å ha kontinuerlig fokus på det endelige resultatet.

### Geometri

Bruk av BIM for å sikre riktig geometri og mindre usikkerhet i prosjektet samt benytte takt og tog i byggefase for å dele mekanisk ferdigstilling i mindre og definerte områder med stor forutsigbarhet.

### Funksjon

1. Plan for å sikre riktig funksjon for alle systemer og integrasjoner.
2. Innføre egnede arbeidsprosesser med fokus på systematisk ferdigstilling og smidig og samtidig prosjektering for å støtte opp om både funksjoner og geometriske løsninger. Endre kravene til hvordan man løser og beskriver både enfaglige og tverrfaglige problemstillinger.
3. Utføre arbeidene riktig første gang.

### 2.1 Systematisk ferdigstilling for LV

I takt med den teknologiske utviklingen verden har sett de siste tiårene, har byggene endret seg betraktelig. Byggene inneholder i dag en rekke tekniske systemer som i stor grad kommuniserer med hverandre. Byggene har blitt langt mer komplekse både for utbygger og bruker. Følgende begrep vil derfor være helt sentrale:

#### 2.1.1 Funksjon og geometri

Tradisjonelt sett planlegges bygg og tekniske funksjoner med utgangspunkt i geometrien på bygget. Hvordan de tekniske systemene skal testes og driftes blir i mindre grad hensyntatt. For at et prosjekt skal kunne gjennomføre tidlig testing, er det viktig at fokuset på det geometriske i byggingen sees i sammenheng med hvordan de tekniske systemene skal fungere og hvilke områder de forsyner. Dersom



geometri og funksjon ikke passer sammen vil tidlig testing bli vanskelig å gjennomføre.

Det er altså viktig å planlegge følgende i sammenheng:

1. Hvilke områder som skal testes først / tas i bruk først
2. Hvordan de tekniske systemene er bygget opp for å forsyne de områdene som skal testes først
3. Tekniske støttesystemer som betjener systemene som skal forsyne områdene, f.eks IKT-nettverket og SD-anlegget
4. Byggerekkefølgen for områdene / etasjene

### **2.1.2 Tabletest**

Er en teoretisk test rundt bordet, hvor rådgivende, entreprenør og leverandør knyttet til respektive system deltar. Byggeleder, drift og bruker kan med fordel også delta. Skal gjennomføres før utstyr og komponenter bestilles.

Alle systemer listes, og de gjennomgås deretter enkeltvis eller i naturlig sammenhengende grupperinger. F.eks. kan man kjøre en felles tabletest for alle systemer i energisentralen, en felles test for alle belysningssystemer osv.

### **2.1.3 Mekanisk ferdigstilt**

Når et system er ferdig bygget, med alt av utstyr og komponenter, er det mekanisk ferdigstilt. Det gjennomføres egenkontroll av entreprenørene samt at stikkprøver gjennomføres av byggeledelsen for å kontrollere at systemet er bygget som prosjektert.

### **2.1.4 Områdetest**

Fysisk test på plassen av et område. Dette gjennomføres gjerne selv om systemene ikke er idriftsatte eller komplette. Dette kan være f.eks. IO-tester eller mer reelle tester. Utføres kronologisk, dvs. at den delen som bygges først testes først. Kan kreve tiltak som f.eks. blanding av kanaler som fordeler luft til områder som ennå ikke er bygget eller stenging av ventiler for varmeanlegg dersom ikke hele system testes.

### **2.1.5 System funksjonstest**

Fysisk test av komplett system, med relevant utstyr tilkoblet.

### **2.1.6 Integrert test**

Fysisk test av samspillet mellom to eller flere tekniske systemer.

### **2.1.7 Fullskalatest**

Fysisk test av lokalenes og bygningens funksjon, med alle relevante delsystemer sammenkoblet.

### 2.1.8 Virksomhetstest

Som fullskalatest, med alt av virksomhetens utstyr i normal bruk.

## 2.2 Mål for Systematisk ferdigstilling

Statsbygg er åpen for innspill som kan gi en mest mulig optimal gjennomføring for alles beste. Det er likevel avgjørende at det er helhetprosjektets mål som står i sentrum, ikke egne suboptimaliserte mål som kan medføre at totalprosjektet kollapser. Det er avgjørende at de ulike aktørene er åpne og transparente om egne mål slik at alle kan arbeide sammen og i samme retning på en effektiv og rasjonell måte.

De overordnede målene for prosjektet er listet i dokumentet «Strategier og Grep». Her angis målene for systematisk ferdigstilling.

- **Mål for prosjekteringsfasen** (skal defineres av samspillsgruppen)
  - Oversikt og struktur
  - Tidlig valg av endelige løsninger og produkter
  - Geometri og funksjon: Lean-arbeidet skal gi målbar økonomisk gevinst for alle involverte i prosjektet.
  - Komplette ferdige prosjekt (funksjon, geometri, brukerutstyr) til avtalt tidspunkt for ferdigstilling: Sammen med strategiene for systematisk ferdigstilling, logistikk og digitalisering skal strategien for Lean bidra til at bygget er komplett ferdig til avtalt ferdigstilling.
  - Tidlig testing for kontinuerlig forbedring.
- **Mål for byggefasen** (skal defineres av samspillsgruppen)
  - Trinnvis fysisk ferdig til riktig tid.
  - Tidlig testing for kontinuerlig forbedring.
  - Oversikt og struktur i forholdet mellom geometri og funksjon.
  - Enkel håndtering av FDV og med mål om at dette er på plass før hver enkelt test helt fra tabletest.
  - Opplæring gjennomført trinnvis og kontinuerlig slik at driftspersonell er med i prosjektutviklingen og klare for å overta ved ferdigstilling
  - Avsluttende tester gjennomføres for å bevise at alt fungerer – ikke for å finne feil.
  - Innflytting og overlevering gjennomført strukturert og oversiktlig.

## 3 Elementer i Systematisk ferdigstilling i LV-prosjektet

### 3.1 Prosesstenking

LV skal benytte LEAN-metodikk både i prosjektering og gjennomføring, og fremdriftsplanleggingen skal bygges opp som en taktplan bygget opp rundt prosesser. Det skal etableres en prosessmodell for systematisk ferdigstilling, som viser den overordnede prosessen samt flere underliggende nivåer med underprosesser.

I all hovedsak kan en si at hovedprosessen systematisk ferdigstilling inkluderer følgende underprosesser:

- Utarbeidelse av omforent grunnlag
- Testing - i flere trinn
- Opplæring
- FDV

Testfasen starter betydelig tidligere enn hva som generelt har vært vanlig i byggebransjen.

### 3.2 Dokumenter for systematisk ferdigstilling

Dokumenter for systematisk ferdigstilling skal videreutvikles i detaljprosjekteringsfasen og skal være en del av det prosjekterte underlaget som foreligger før fase 2 starter. Samlet består grunnlaget av:

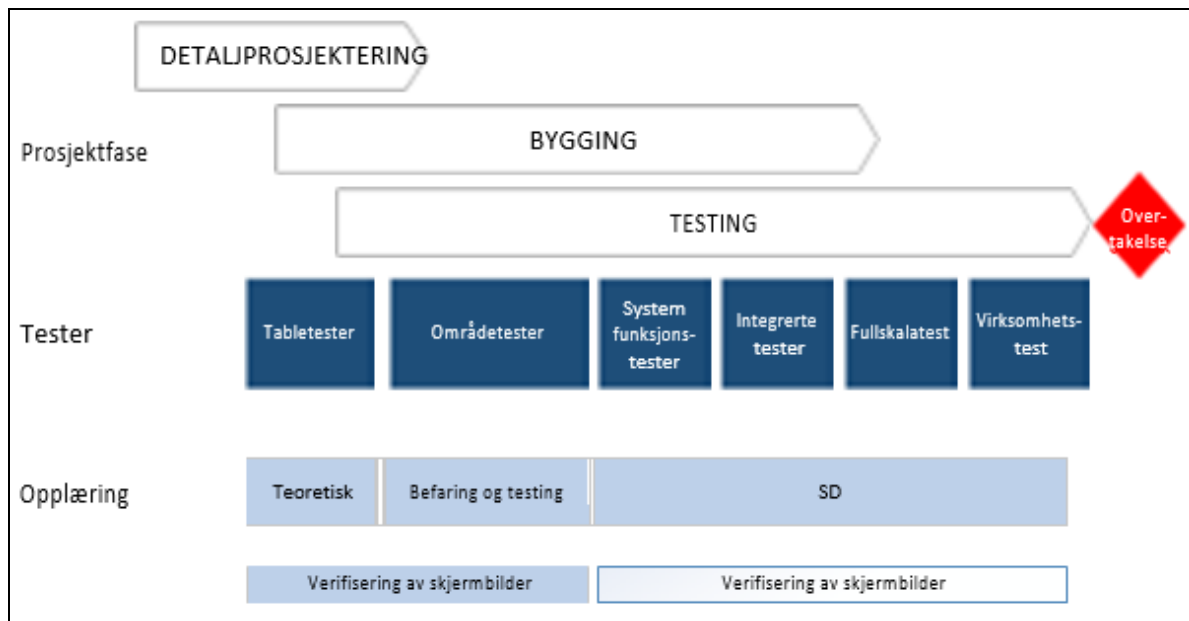
- Overordnede dokumenter for systematisk ferdigstilling
  - Krav til systematisk ferdigstilling
  - Systemliste
  - Overordnet teknisk infrastruktur
  - Testplan
- Funksjonsbeskrivelser
- Systemskjema
- Integrerte funksjonsbeskrivelser
- Testprosedyrer
- Krav til FDV
- Opplæringsplan

Testprosedyrene er en viktig del av grunnlaget. Testprosedyren forteller hvordan et system skal testes og inneholder konkrete akseptansekriterier. Prosedyren etableres og omforenes sammen med resten av grunnlaget.



### 3.3 Testing og opplæring

Sentralt i systematisk ferdigstilling står tidlig testing og gjennomgående involvering og opplæring av driftspersonell gjennom hele byggeprosjektet. Figuren viser sammenhengen mellom testing og opplæring i prosjektets ulike faser.

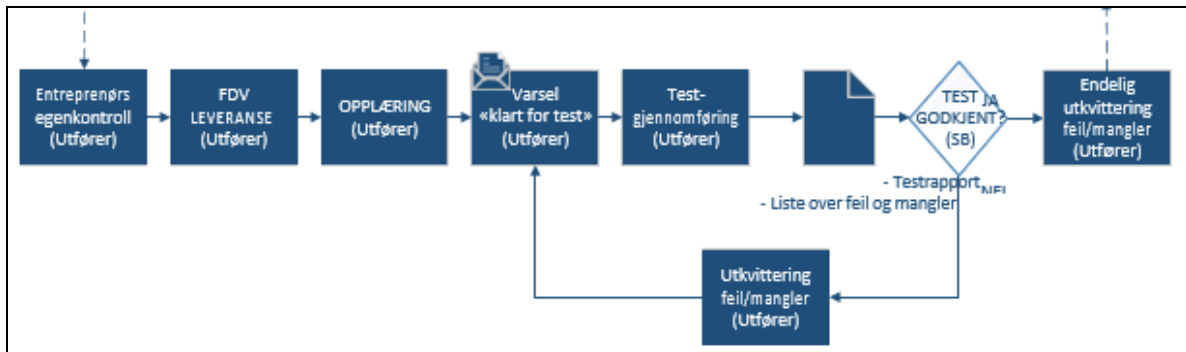


Hvorvidt ferdigstillingen av et bygg er vellykket, verifiseres teknisk gjennom testing og igangsetting av byggets funksjoner. Tradisjonelt sett legges det inn en testfase kun i slutten av byggefasen. I systematisk ferdigstilling legges det opp til testing allerede i forbindelse med samspillsfasen. Innledningsvis er testene teoretiske, og etter hvert som systemene ferdigstilles på byggeplassen blir testene praktiske.

Prosjektet må kartlegge hvor tidlig de første testene kan gjennomføres. Målet er å få testet så mye som mulig så tidlig som mulig, før hele systemer med tilhørende komponenter ble bygget inn. På den måten vil eventuelle avvik som avdekkes i testene kunne utbedres før de samme avvikene bygges inn andre steder i bygget. Dette underbygger LEAN-filosofiens prinsipp med kontinuerlig forbedring.

#### 3.3.1 Prosess for testgjennomføring

Testgjennomføring vil ha stor verdi for alle aktørene i prosjektet dersom alle forutsetninger for de ulike testene er tilstede. I prosjektet skal det derfor legges opp til prosesser som sikrer en god gjennomføring der en sikrer at tester kan gjennomføres som planlagt med riktig resultat. Figuren nedenfor viser hvordan en slik prosess kan se ut. Samspillsgruppen skal etablere prosesser for dette tilpasset LV.



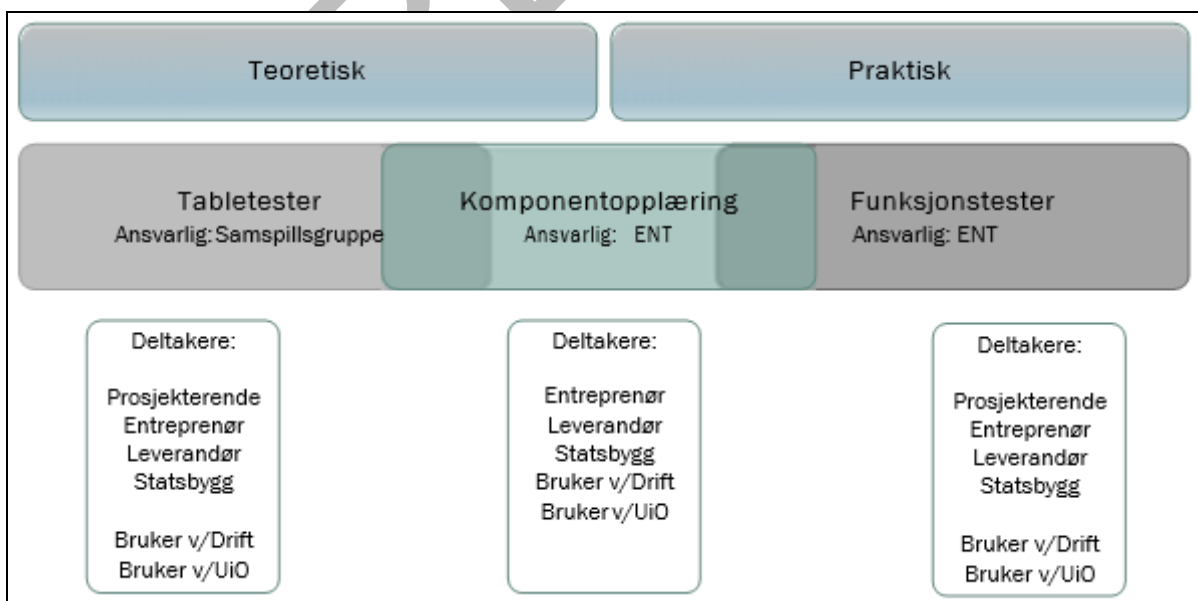
### 3.4 Opplæring

Det er viktig at de som skal bruke, drifte og vedlikeholde bygget kjenner byggets funksjoner og er komfortable med valg av systemer. Med systematisk ferdigstilling legges det til rette for betydelig involvering av både bruker og drift gjennom hele byggeprosjektet. På den måten får prosjektet nyttige innspill fra de som overtar bygget, samtidig som brukere og drift får en grundig opplæring

Opplæring av brukere og drift kan gjennomføres på ulike arenaer;

- teoretiske opplæringssesjoner
- deltakelse på tester
- praktiske opplæringssesjoner

Når bygget er ferdigstilt og overleveres til UiO, må brukere og driftere av bygget vite hvordan det skal brukes og driftes. I LV skal bygget, med alt av funksjoner og utstyr, brukes av UiO samt at UiO eiendom står for drift og vedlikehold av bygget. Det betyr at begge brukergruppene må få opplæring innenfor sine områder



### 3.5 FDV

Statsbygg har egne prosedyrer og systemer for FDV som LV-prosjektet forholder seg til. Via systematisk ferdigstilling sikres sammenhengen mellom FDV-prosessene og opplæringsprosessene. Også her er bruker involvert i planleggingen. For prosjektet skal det etableres en FDV-prosess som sikrer riktig utførelse første gang.

FORELØPIG

## 4 Suksessfaktorer

### **Grundig, forebyggende planlegging («Frontloading»):**

Tanken bak systematisk ferdigstilling er å bruke mer ressurser på planlegging og prosjektering, og mindre ressurser på avklaring underveis i byggeprosjektet. Det betyr at både samspillsgruppen (PG og ENT) og leverandører må disponere sine ressurser på en litt annen måte enn de (kanskje) er vant med. Det kan også bety større arbeidsomfang for noen av aktørene, uten at gevinsten hentes ut hos samme aktør. Dette må både byggherre og aktører være klar over.

### **Holdningsendring («Mindshift»):**

Metodikken systematisk ferdigstilling krever et nytt tankesett hos de involverte aktørene. Det betyr ikke at det totalt sett forventes et større arbeidsomfang, men det forventes en høyere grad av detaljering tidlig i prosjektet, med tanke på planlegging, bygging og ferdigstilling. Det er krevende å endre godt innarbeidede vaner i en hel bransje. Behovet for informasjon, forankring og oppfølging må ikke undervurderes.

### **Involvering og transparens:**

Omfattende involvering av brukere er hensiktsmessig, både for bruker og for prosjektet. Systematisk ferdigstilling bidrar til en bred naturlig involvering gjennom testene, satt i system.

Også et transparent system er avgjørende. Det innebærer at prosesser, aktiviteter, frister og resultat er synlige, visuelle og lett tilgjengelige (f.eks. tavler / skjermer) og at de kan ses og forstås likt av alle involverte.

### **Tabletester:**

Tabletester er en svært nyttig aktivitet. Hensikten er å lukke skjulte uavklarte spørsmål som vil være utfordrende og kostbare å håndtere under bygging eller testing.

En tabletest er avslutningen på et systems prosjektering, ikke en innledning på byggingen. Det er stor verdi i å samle prosjekterende, entreprenører, leverandører, drift og brukere rundt samme bord for å diskutere systemenes funksjon. Tabletestene bør holdes så tidlig som mulig. Derfor må entreprenørene kontrahere sine leverandører i tide til at riktig kompetanse bidrar i tabletestene.

### **Struktur og informasjon:**

Det er svært viktig at alle aktørene er lojale mot de retningslinjer som etableres for prosjektet slik at det opprettes en klar master systemliste. I tillegg må alle følge det merkesystemet som prosjektet etablerer. I tillegg til å følge et definert merkesystem skal det utarbeides retningslinjer for hvordan dette merkesystemet brukes og hvordan de ulike digitale systemene (BIM, dRofus, andre databaser) håndterer informasjonen.