

Arne Førland-Larsen · Erik A. Hammer · Arne Eggen

---

Hvordan får vi tekniske installasjoner til å virke

# Riktig med en gang



---

Tipshefte fra Grønn Byggallianse

---

Utgitt juni 2015

Tipsheftet er utarbeidet av Arne Førland-Larsen, Grønn Byggallianse,  
Erik A. Hammer, Grønn Byggallianse og Arne Eggen, Integra.

---

Feil og mangler i tekniske installasjoner forekommer for ofte i både nye og rehabiliterte næringsbygg. Årsakene skyldes flere forhold; feil og mangler i planlegging og prosjektering, feil og mangler i utførelsen og feil og mangler i krav til dokumentasjon og funksjonstester. Det er ikke akseptabelt at byggherre og leietaker må leve med et bygg med dårlig innemiljø, unødvendig høyt energiforbruk eller ha store merkostnader med oppretting.

Det finnes mange gode verktøy og standarder som kan bidra til gode byggeprosjekter og tekniske løsninger med færre feil, men de synes ikke å være tilstrekkelig i bruk.

Grønn Byggallianse og Integra ønsker å bidra til forbedring. En arbeidsgruppe bestående av representanter fra byggherre, prosjektledelse, rådgivning, prosjektering og teknisk entreprenør har gitt innspill til dette tipsheftet. Målet med tipsheftet er å sammenfatte tips som kan bistå prosessen med å sikre kvaliteten på tekniske systemer og å få det «riktig med en gang».

## Med «riktig» med en gang mener vi:

1. Riktig spesifisert krav til energibruk, inneklime og dokumentasjon av drift
2. Riktig prosjektert
3. Riktig levert uten feil på innregulering, funksjon og integrering mellom ulike systemer
4. Riktig tatt i bruk med brukermedvirkning, brukeropplæring, prøvedrift uten vesentlige feil og stabil drift
5. Riktig underlag for drift med brukerveileder og FDV-system
6. Riktig dokumentert med avsluttet funksjonstest og prøvedrift
7. Riktig energiforbruk og miljøpåvirkning i samsvar med prosjektets målsetninger
8. Riktig inneklime, komfort og sikkerhet i samsvar med prosjektet målsetninger

For å oppnå dette, kreves tilrettelegging fra prosjektets start. Det må gjennomføres en systematisk prosess i alle faser av prosjektet; programmering, prosjektering, utførelse, idriftsettelse og drift frem til avslutningen på reklamasjonsperioden etter 1 års drift. Prosessen krever medvirkning fra alle aktørene i byggesaken. Bygherrer, prosjektledere, rådgivere og entreprenører må være involvert i arbeidet og det må stilles formelle og tydelige kontraktsfestede krav mellom de ulike aktørene.

Byggherren har ansvar for å utarbeide kravspesifikasjonene slik at bygningen får de kvalitetene han ønsker. Mangler byggherren egenkompetanse må han skaffe seg dette.

Plan- og bygningsloven definerer tydelig roller og ansvar for utførende og kontrollerende. Loven gjelder uansett og utførendes ansvar reduseres eller endres ikke gjennom kontrakter. Lovpålagt rolle- og ansvarsfordeling kan imidlertid med fordel gjentas og spesifiseres i kontrakten mellom byggherre og utførende.

For å tilrettelegge for og følge opp prosessen, bør det engasjeres en "ITB-koordinator" eller "Teknisk sakkyndig".

ITB-standarden NS 3935:2011 «Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB) - Prosjektering, utførelse og idriftsettelse», viser til ITB-ansvarlig. ITB-ansvarlig defineres der som «en person som har fullmakt til å sørge for at prosessene som er beskrevet i standarden gjennomføres og dokumenteres». For nærmere definisjon se [1].

Når prosessen følges gir det stor egenverdi til prosjektet. Samtidig er denne prosessen påkrevet i miljøklassifiseringssystemet BREEAM-NOR.

BREEAM-NOR Man 1 – Teknisk driftsstart. Kravet innen dette området er en koordinert og helhetlig driftsstart. Dette tipsheftet beskriver aktivitetene og rollene som omfattes av dette kravet.

BREEAM-NOR Man 4- Brukerveiledning. Kravet er blant annet en brukerveiledning for tekniske anlegg slik at brukerne av bygget oppnår de løsningene som er planlagt. Det skal utarbeides brukerveiledere til driftspersonalet og til leietaker/bruker som et supplement til vanlig FDV-dokumentasjon.

I dette tipsheftet har vi valgt å bruke betegnelsen «teknisk sakkyndig». Dette defineres som en person som er tilstrekkelig kvalifisert til å gjennomføre idriftsettelse av komplekse systemer, men også å administrere idriftsettelseskravene for disse systemene fra tidlig designstadium til etter overtakelse av bygget. For nærmere definisjon se [2]. Når prosjektet ønsker å oppnå en BREEAM sertifisering, må den valgte personen overholde kravene gitt i [2].







Teknisk sakkyndig kan være en person i byggherrens egen organisasjon, eller det kan være en engasjert ekstern rådgiver. For mindre krevende prosjekter uten (eller med få) grensesnitt mellom ulike tekniske systemer, vil det trolig ikke bli engasjert ekstern teknisk sakkyndig som tilfredsstillende formelle krav. Vi anbefaler likevel at prosess og sjekkpunkter i dette tipsheftet følges.

## Ansvarsområdet for den teknisk sakkyndige er å:

- sikre at grensnittene mellom ulike leveranser er kartlagt og definert og at ansvar er entydig kontraktrettslig plassert
- sikre at nødvendig kommunikasjon / overføring av signaler i grensesnitt er definert og beskrevet
- sikre at grensesnitt løses på en kostnads- og tidsoptimal måte
- sikre at byggets samlede funksjonskrav nås og er testet og dokumentert før prøvedriftperioden starter

Tabellen på neste side viser oversikt over aktiviteter i prosjektets ulike faser og trinn. Alle aktiviteter og krav til dokumentasjon beskrives mer detaljert i de etterfølgende avsnitt. Termer og definisjoner bygger på etablerte standarder [3] [1] [4]. Metoden og norske prosess-standarder kan med fordel benyttes ved alle typer entrepriser. Metodene er beskrevet NS3935:2011 og i kommende NS 6450, «*Prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner*»

For at «riktig med en gang» prosessen skal lykkes, er det viktig at tester er et integrert del av et samlet prosjektforløp og er integrert i prosjektets kvalitetsprogram [5].

Fase	Trinn	Mål og aktiviteter	
Programmering	1. Overordnet strategi (Virksomhetsprogram)	Som grunnlag må virksomheten fastsette overordnede mål for energi- bruk, inneklima og ytre miljø, samt strategi for automatiseringsgrad og strategi for drift av tekniske systemer. Målene kan differensieres for ulike bygningstyper og byggeprosjekter; nybygg/rehabilitering, større bygg/mindre bygg. I programfasen tilpasses de overordnede målene til prosjektet og spesifikke mål innarbeides i prosjektets kvalitetsprogram. Prosjektet må tidlig tildeles en teknisk sakkyndig.	
	2. Byggeprogram		
Prosjektering	3. Skisse - forprosjekt	Byggeprogrammets spesifikke målsetninger integreres i prosjektdesignet. Det utarbeides oversikt over alle tekniske systemer og nødvendige grensesnitt mellom ulike tekniske systemer. Tekniske løsninger vurderes og optimeres: Hva er nødvendig? Hva kan forenkles? Funksjonstester i etterfølgende fase planlegges og beskrives: Hva skal testes (vurder hva som er kritisk)? Hvordan skal testen utføres? Når skal testen gjennomføres? Hva er kravene for godkjenning? Det skal defineres tydelige grensesnitt og kontraktsfestet ansvarfordeling mellom ulike fag /leveranser. Funksjonstest, igangkjøring og idriftsettelse skal være en egen prisbærende post i tilbudsunderlaget.	
	4. Detaljprosjekt		
	5. Anbud/tilbud		
	6. Kontrahering		
Bygging	7. Installasjon og planlegging av igangkjøring og idriftsettelse	Hovedoppgaven er å sikre at nødvendig kommunikasjon mellom de ulike leverandørene av tekniske løsninger er ivaretatt og at grensesnittene er kjente. Grensesnitt og kontraktsfestet ansvarfordeling mellom ulike fag/leveranser følges tett opp. Følg nøye med på at alle fag har rutiner for løpende kontroll og disse følges så opp med spesielt fokus på aktiv bruk.	
	8. Igangkjøring, idriftsettelse		
Funksjonstest	8. Igangkjøring, idriftsettelse	Igangkjørings- og idriftsettelse er avgjørende for å lykkes med et vel- fungerende bygg uten feil og mangler. Det må settes av tid til dette i prosjektets tidsplan. Aktivitetene i dette trinnet skal sikre at det samlede tekniske systemet fungerer feilfritt før oppstart av prøvedrift. Det skal gjennomføres integrerte tester av tekniske systemer og det skal gjennomføres fullskalatest, som dokumenterer at de enkelte systemene og deres samvirke med andre systemer oppfyller prosjektets stabilitets- og funksjonskrav. Brukersituasjoner må simuleres så langt det er mulig. Trinnet avsluttes når, <i>og ikke før</i> , system- og funksjonstester er utført med tilfredsstillende resultat. I denne fasen gjennomføres opplæring av driftspersonalet så de er klare til å overta driften i prøvedriftperioden.	
	9. Overtakelse	<b>I henhold til Plan- og bygningsloven skal bygget ved overtakelse være ferdig testet. I henhold til plan og bygningsloven skal også alle avvik i forhold til prosjektets funksjonskrav være lukket.</b>	
Driftsperiode	10. Prøvedrift	Når igangkjøring og idriftsettelse er gjennomført med tilfredsstillende resultat, og alle avvik er lukket, kan teknisk sakkyndig godkjenne oppstart av prøveperioden. Det er viktig at alle involverte er klar over, at <i>prøveperioden er en periode for justering og trimming av tekniske systemer</i> i ulike årstider og belastnings situasjoner, og <i>ikke en periode for retting av feil og mangler</i> . Prosjektets tidsplan skal derfor være såpass romslig at det kan gjennomføres en effektiv og sikker test og igangkjøring og idriftsettelse før prøveperioden. Det kan brukes økonomiske insentiver for å sikre rettidig avslutning av igangkjøring og idriftsettelse. Dette bli i så fall et supplement til rettslige krav som følger av utførendes lovpålagte ansvarsrett. For å <i>justere og trimme</i> de tekniske systemer i alle årstider, anbefales det at prøveperiodens lengde tilsvarer reklamasjonsperioden på ett år.	



## Programmering – Viktige sjekkpunkter

### Aktiviteter

#### Trinn 1. Overordnet strategi og mål

- Fastlegge overordnede mål for energibruk
- Fastlegge overordnede mål for inneklima (kriterier for inneklimaklasser i NS-EN 15251 kan benyttes [6])
- Utarbeide bedriftsrutiner for samordnet driftskontroll av tekniske anlegg fra program til prøvedrift. Dette bør være et overordnet dokument som beskriver utbyggers strategi for en samordnet driftskontroll. Rutinene skal spesifisere aktivitetene som skal gjennomføres, krav til organisering, krav til når det skal tilknyttes en ekstern teknisk sakkyndig og når det kan brukes en intern prosjektansvarlig, krav til tester og krav til dokumentasjon.

#### Trinn 2. Byggeprogrammet

- Utpeke ansvarlig teknisk sakkyndig /intern prosjektansvarlig
- Fastlegge prosjektets mål og funksjonskrav. Tilpasse føringer fra bedriftsrutinene, samt mål for energibruk og inneklima og teknisk standard (kompleksitet av teknisk systemer)
- Fastlegge alle krav til sikkerhet i bygningen
- Etablere tidsplan for funksjonstest og prøvedrift – NB: Avgjørende å sette av tilstrekkelig tid til igangkjøring og idriftsettelse med tilhørende tester

### Dokumentasjon

- Organisasjonsplan for prosjektet
- Kvalitetsplan med prosjektets mål og funksjonskrav
- Systemoversikt med beskrivelse av alle relevante tekniske systemer (første versjon). Systemoversikten oppdateres og detaljeres i følgende faser og trinn
- Plan (aktiviteter, metode og tidsplan) for oppfølging av funksjonstest, igangkjøring, idriftsettelse og prøvedrift (første versjon). Plan oppdateres og detaljeres i følgende faser og trinn.

## Prosjektering - Viktige sjekkpunkter

### Aktiviteter



#### Trinn 3. Skisse- og forprosjekt

- Informere om krav i bedriftsrutinene og kvalitetsplan til prosjektorganisasjonen
- Gjennomføre idédugnad med alle aktuelle aktører, rådgivere, leverandører og entreprenører. Diskusjon og beskrivelse av ulike tekniske løsninger.
- Teste sentrale styrings- og reguleringsstrategier i egnede simuleringsprogram. Fungerer det ikke, fungerer det trolig ikke i praksis heller.
- Etablere oversikt over alle tekniske systemer og diskutere behov for samordning mellom ulike systemer – spesielt diskutere hvor det er nødvendig og hvor det kan utelates (forenkles), herunder risikovurdering
- Definere grensesnitt- og kontraktfestet ansvarsfordeling mellom fag for funksjoner og tekniske systemer
- Etablere dialog med aktuelle tekniske entreprenører
- Vurdere entreprisreform

#### Trinn 4. Detaljprosjekt

- Utarbeide detaljerte funksjonsbeskrivelser med krav til funksjonalitet for relevante tekniske systemer
- Inndele dokumentene i avsnitt etter hvilken entreprisefunksjonaliteten tilhører.
- Utarbeide logg for samordnet drift, funksjonstest, igangkjøring, idriftsettelse og prøvedrift
- Beskrive tester og krav til metode, omfang, kvalitet og tidsplan
- Vurdere ansvar i tilknytning til krav i maskindirektivet

#### Trinn 5. Anbud – Tilbud

- Gjennomføre avklaringsmøter
- Gjennomføre tverrfaglig kontroll av anbudsmateriale og kontrollere mot strategi og mål

#### Trinn 6. Kontrahering

- Gjennomføre avklaringsmøter – optimalisere tilbudet
- Kontrollere mot prosjekt

### Dokumentasjon

- Grensesnittmatrise og oversikt over kontraktfestet ansvarsfordeling mellom fag (første versjon). Grensesnittmatrisen oppdateres og detaljeres i følgende faser og trinn.
- Funksjonsbeskrivelser for tekniske systemer (første versjon). Oppdateres og detaljeres i følgende faser og trinn.
- Logg for samordnet drift, funksjonstest, igangkjøring idriftsettelse og prøvedrift (første versjon). Oppdateres og detaljeres i følgende faser og trinn.
- Oppdaterte prosjektdokumenter





## Bygging – Viktige sjekkpunkter

### Aktiviteter

#### Trinn 7. Bygging og installasjon

- Følge opp tidsplaner og milepæler
- Innhente dokumentasjon på fabrikktester av bestilte komponenter
- Montere og regulere inn tekniske systemer
- Følge opp og teste mekaniske ferdigstillinger med særlig fokus på grensesnitt og kontraktrettslig ansvarsfordeling
- Gjennomføre system- og funksjonstester på byggeplass

### Dokumentasjon

- Dokumentasjon for aksepterte system- og funksjonstester
- FDV dokumentasjon
- Oppdatert prosjektdokumentasjon



## Funksjonstest – Viktige sjekkpunkter

### Aktiviteter

#### Trinn 8. Idriftsettelse

- Gjennomføre integrerte tester for å bekrefte at tekniske systemer fungerer i samspill på tvers av system- og entreprisegrenser
- Gjennomføre fullskalatest av forhåndsdefinerte hendelser f.eks. brannalarm
- Gjennomføre stabilitets- og ytelsestester uten brukere og utstyr i bygget. Det skal tilrettelegges tester som simulerer reell bruk – for eksempel kan bruker simuleres med varmepåvirkninger
- Gjennomføre springresponstest av tekniske systemer for å teste stabilitet ved vanlige belastningsendringer i bygget. Dette kan gjøres uten at bygget er i vanlig drift.
- Opplæring av driftspersonell
- Klarmelding av samlet system for overtakelse og start prøveperiode

### Dokumentasjon

- Dokumentasjon for aksepterte, integrerte fullskalastabilitet- og ytelsestester.
- Dokumentasjon for akseptert overtakelse
- Oppdatert prosjektdokumentasjon



## Driftsperiode – Viktige sjekkpunkter

### Aktiviteter



#### Trinn 9. Overtakelse

- Teknisk sakkyndig beskriver eventuelle gjenstående tester som av praktiske grunner ikke har latt seg gjennomføre tidligere. Disse testene kan f.eks. være avhengig av spesielle årstider eller belastning av bygningen over tid.
- Teknisk sakkyndig overføres nå til driftsorganisasjonen. Prosessen som teknisk sakkyndig har ledet i henhold til de omtalte standardene, avsluttes.

#### Trinn 10. Prøvedrift

- Teknisk sakkyndig registrerer løpende eventuelle avvik og fastsetter frister for lukking.
- Ved prøvedriftsperiodens utløp utarbeider entreprenør en rapport som dokumenterer at mål og funksjonskrav er oppnådd.

### Dokumentasjon

- Dokumentasjon av krav til kvalitet, funksjonalitet og stabilitet av tekniske installasjoner er oppfylt i en gitt tidsperiode og i ulike belastninger.
- Dokumentasjon av drift med brukere i relevante sesonger; sommer, høst/vår og vinter. Det anbefales at bestemmelsene i NS 6450:2015 "*Prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner*" [4] - legges til grunn.
- Dokumentasjon for prøvedriftsperiode med logg over gjennomførte justeringer og trimming av de tekniske installasjonene.

## Referanser

- [1] Standard Norge, «NS 3935:2011 Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB), Prosjektering, utførelse og idriftsettelse,» Norsk Standard, 2011.
- [2] NBBC, «Teknisk manual, BREEAM-nor,» NGBC, 2012.
- [3] Værdibyg (Danmark), «Commissioning processen,» [www.vaerdibyg.dk](http://www.vaerdibyg.dk), 2013.
- [4] Standard Norge, «prNS 6450, Prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner (Forslag til Norsk standard),» Standard Norge, 2015.
- [5] A. S. e. a. Nordby, «MaTriD - Market Transformation Towards Nearly Zero,» <http://www.asplanviak.no/index.asp?id=36465>, 2014.
- [6] Standard Norge, «NS-EN 15251:2007, Inneklimaparametre for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk,» Standard Norge, 2005.
- [7] Grønn Byggallianse, «Tipshefte 1:2014, Avvik mellom beregnet og reell energibruk,» Grønn Byggallianse, 2014.
- [8] Grønn Byggallianse, «Tipshefte 3:2014, Overtakelse av tekniske anlegg,» Grønn Byggallianse, 2014.
- [9] Værdibyg (Danmark), «Bilag Commissioning-processen,» [www.vaerdibyg.dk](http://www.vaerdibyg.dk), 2013.
- [10] Grønn Byggallianse, «Rapport 1:2015, Veileder for Forenkling av bygg og tekniske systemer (Under utarbeidelse, ferdigstilles høst 2015),» Grønn Byggallianse, 2015.

---

---



Grønn Byggallianse er et miljønettverk bestående av de største utbyggerne og forvalterne i Norge. Alliansen er en arena for aktive utbyggere som ønsker å være i front på miljøområdet. Grønn Byggallianse er et kompetanse- og informasjonssenter for medlemmene og myndighetenes sparringpartner i byggenæringen innen miljøspørsmål.

En rekke av Norges største eiendomsaktører, med en bygningsmasse på over 35 millioner kvadratmeter, er i dag medlemmer i Grønn Byggallianse.

Integra er en bransjeforening, - tilknyttet NHO via Norsk Teknologi. Vi er også arbeidsgiverforening for de tekniske systemintegratorene.

Våre medlemmer benytter i utstrakt grad automatiseringsteknikk i sine leveranser/løsninger - dette for å øke effektiviteten, produktiviteten og sikkerheten i samfunnet.