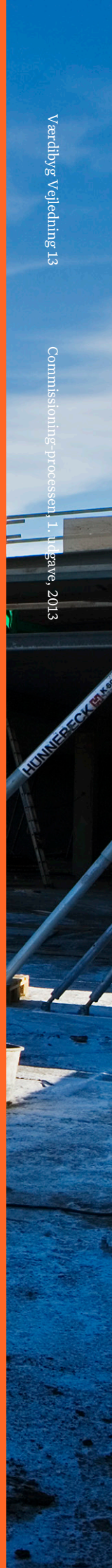


# Commissioning- processen





# STIL KRAV OG HOLD FOKUS MED COMMISSIONING

Begrebet commissioning stammer oprindeligt fra skibsindustrien, hvor et skib først sendes ud, når det er grundigt gennemtestet, og personalet er uddannet til at betjene det. Commissioning i byggeriet er en proaktiv dialog- og kvalitetsstyringsproces, der fokuserer på totaløkonomi og installationernes samspil. Metoden anvendes i dag primært på komplekse anlægsprojekter og industrianlæg, men kan tilpasses det enkelte byggeprojekt og øge fokus på bygherrens tekniske krav til byggeriet.

Ofte mister byggeriets aktører fokus på, at byggeriet skal leve op til bygherrens krav om fremtidig drift. Commissioning-processen sikrer, at dette fokus fastholdes gennem alle byggeriets faser. Der er særligt fokus i de tidlige faser, hvor bygherren opstiller kontante og målbare krav.

Ved at skærpe formulering af kravene kan commissioning-processen sikre, at intentionerne med byggeriet understøttes. Det skaber tryghed ikke bare hos bygherren, men også hos rådgiver og entreprenør.

Gennem en løbende opfølgning på bygherrens krav skaber commissioning værdi i byggeprocessen. Blandt andet ved at forebygge at sluttet af anlæg, installationer og systemer viser graverende fejl lige op til aflevering. Commissioning-processen sikrer det lavest mulige energiforbrug, et godt indeklima og velfungerende rammer for brugernes aktiviteter.

Samtidig fordrer commissioning, at bygherren afsætter ressourcer og er klar til at udfordre byggeprocessen undervejs.

Commissioning er stadig nyt i Danmark, men viser en af vejene til at sikre bedre kvalitet i byggeriet og minimering af bygningens energiforbrug.

Værdiskabende Byggeproces, 2013

Værdiskabende Byggeproces er et samarbejde mellem:



## COMMISSIONING-PROCESSEN

Denne vejledning er udarbejdet og udgivet af brancheinitiativet Værdiskabende Byggeproces med støtte fra brancheorganisationerne bag Værdiskabende Byggeproces og fra Realdania.

Udarbejdelsen af vejledningen er aktivt fulgt af følgende kompetencegruppe:

**BAT kartellet:** Mich Johansen (Chr. Johannsen Entreprenør) | **Bygherreforeningen:** Steen Ejsing (Boligkontoret Danmark/DAB), Carsten Gotborg (Kolding Kommune), Jeppe Huldthgren Naerbout (Københavns Universitet), Morten Wind (emcon), Jens Svane (Københavns Ejendomme), Jan Holme Thomassen (Københavns Ejendomme) | **Dansk Byggeri:** Kurt Frederiksen (NCC Property Development), Jens Johansson (Skjøde), Rasmus Karkov (E&P Service), Erik Bech-Pedersen (E&P Service), Henrik Carlsen (B. Nygaard Sørensen) | **DANSKE ARK:** Charlotte Algreen (Algreen Arkitekter) | **FRI:** Christian Tolstrup (Grontmij A/S), Poul Henrik Due (Grontmij A/S), Steen Haugaard (Alectia), Ole Teisen (Grontmij A/S), Carsten Pietraz (Rambøll) | **Værdiskabende Byggeproces:** Rolf Simonsen (Værdibyg), Nina Koch (Værdibyg), Henrik Bang (Bygherreforeningen)

**Konsulent og pennefører:** Ole Teisen (Grontmij A/S), i samarbejde med Christian Tolstrup og Poul Henrik Due (Grontmij A/S)

**Redaktion:** Line Maj Aagreen (Værdibyg) og Rolf Simonsen (Værdibyg)

Layout: [Larsendesign.dk](http://Larsendesign.dk) | Illustrationer: **Morten FC** | Tryk: **Paperprint**

København 2013

VÆRDIBYG



# INDHOLD

STIL KRAV OG HOLD FOKUS MED COMMISSIONING.....	1
OM VEJLEDNINGEN .....	5

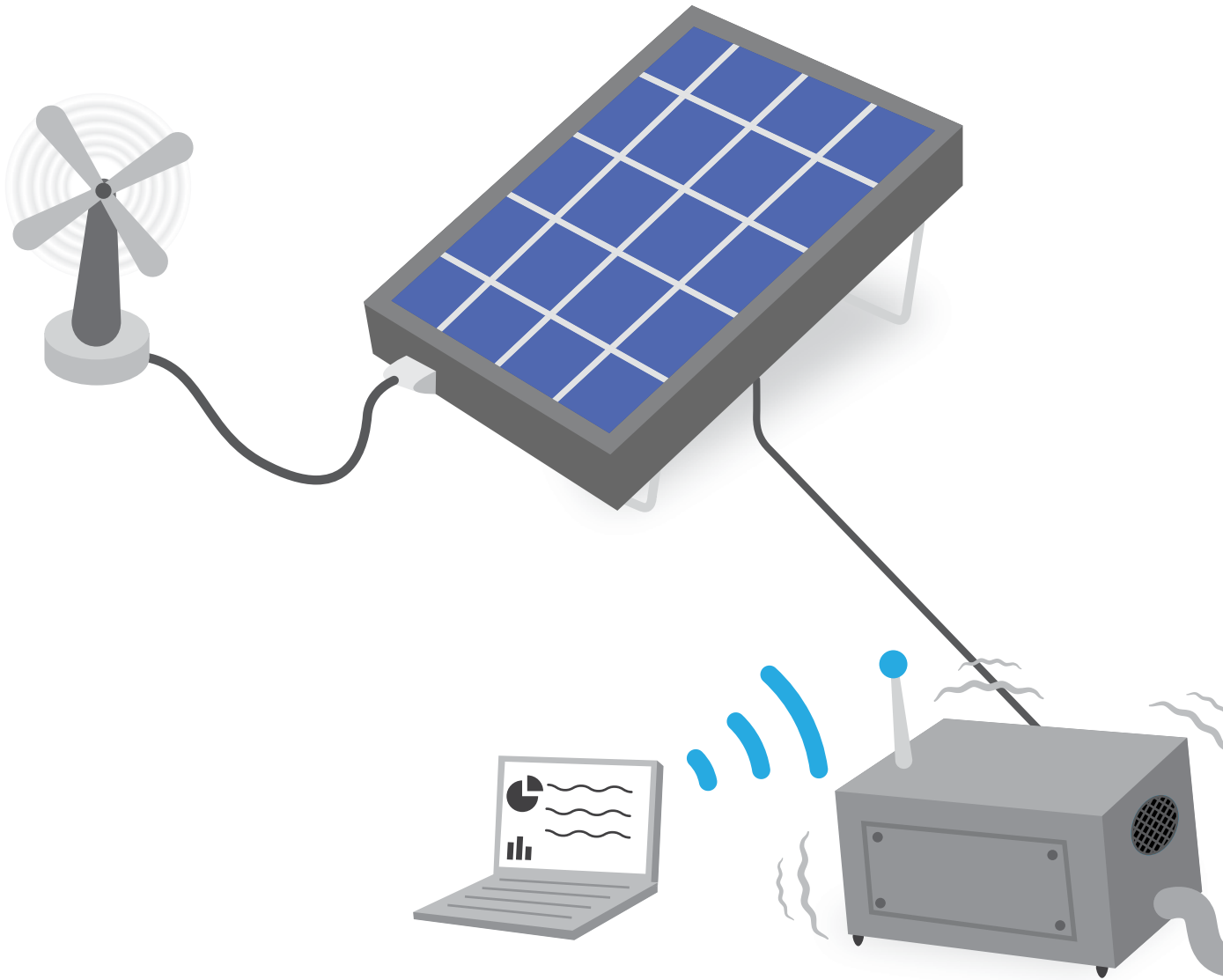
## DEL 1: COMMISSIONING

HVAD ER COMMISSIONING?.....	6
FORDELE OG BENSPÆND .....	8
ØKONOMI .....	10

## DEL 2: COMMISSIONING-PROCESSEN

COMMISSIONING-PROCESSEN .....	14
1.0 PROGRAMMERING .....	17
PROJEKTERING .....	20
2.0 DISPOSITIONSFORSLAG.....	20
3.0 PROJEKTFORSLAG .....	20
4.0 HOVEDPROJEKT.....	21
5.0 UDFØRELSE.....	22
6.0 IDRIFTSSÆTTELSE.....	24
7.0 DRIFT.....	24

BILAG KAN HENTES PÅ [WWW.VAERDIBYG.DK](http://WWW.VAERDIBYG.DK)



# OM VEJLEDNINGEN

Målet med denne vejledning er, at inspirere byggeriets parter til at bruge commissioning som et proaktivt redskab til at sikre byggeriets kvalitet og en energieffektiv drift.

Vejledningen er delt op i to dele:

**Del 1**, der overordnet beskriver commissioning – med udgangspunkt i fordele, ulemper og økonomi.

**Del 2**, gennemgår systematisk aktiviteterne i en commissioning-proces og henvender sig til de direkte involverede. De enkelte faser er udgangspunkt for en beskrivelse af de mest relevante aktiviteter.

Vejledningen henvender sig således både til bygherrer (primært del 1), bygherrerådgivere, rådgivere og entreprenører.

Denne vejledning er udgivet sammen med vejledningen 'Driftsorienteret Byggeproces', der har en mere generel tilgang til at integrere driftsmæssige hensyn i byggeprocessen.

Der udarbejdes i 2013 en Dansk Standard for commissioning. Parallelt arbejdes der med udarbejdelsen af europæiske guidelines for commissioning-processen.



# DEL 1: COMMISSIONING

## HVAD ER COMMISSIONING?

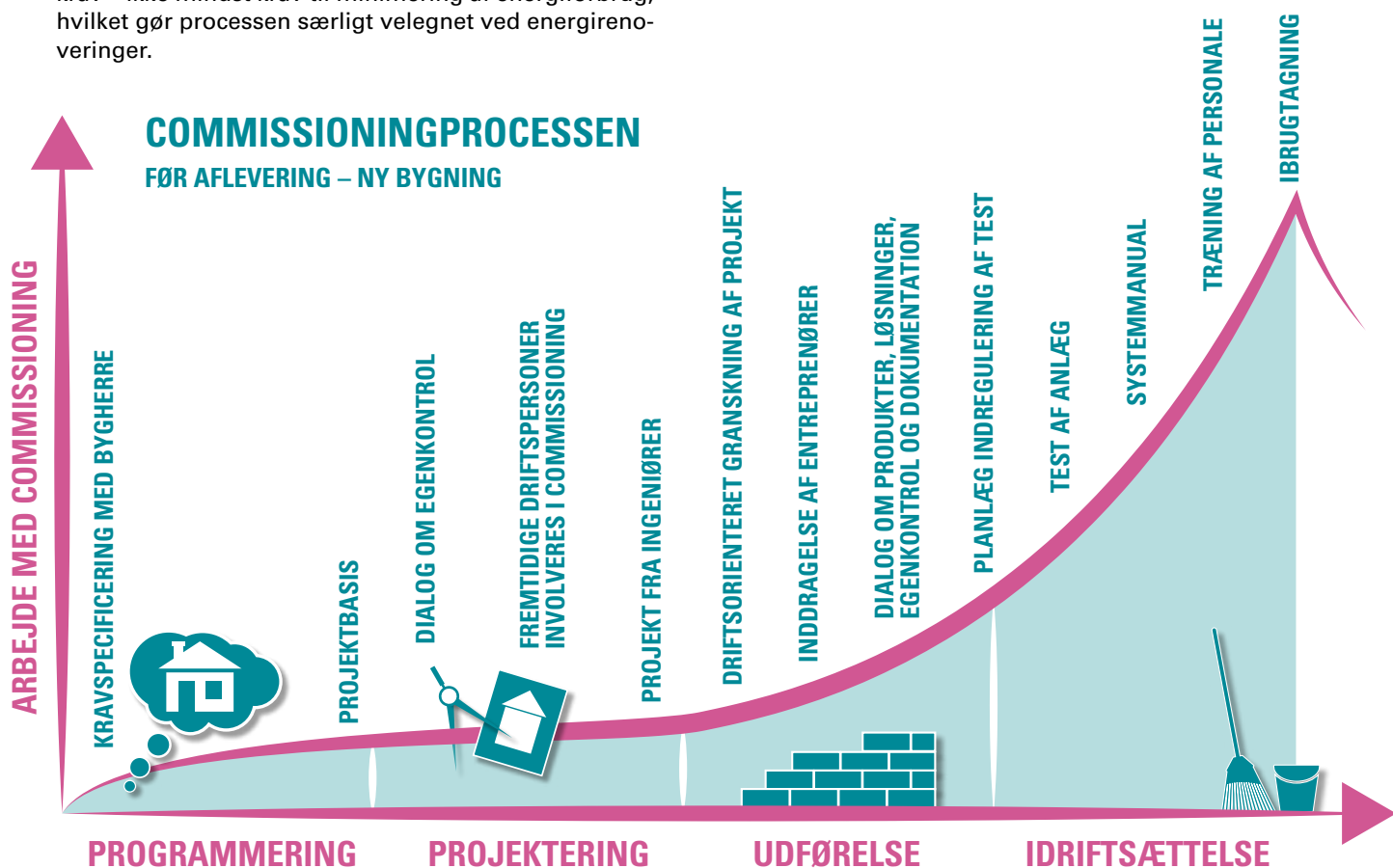
Commissioning er en proaktiv dialog- og kvalitetsstyringsproces, der fokuserer på totaløkonomi og installationernes samspil. Resultatet bliver en energioptimeret og velfungerende bygning, med tilfredse brugere og en mere kompetent og motiveret driftsorganisation.

Metoden er enkel - men omfattende. Bygherren starter med at sætte klare mål for sit byggeri, og via en gennemgående log måles der på, om målene opfyldes gennem alle byggeriets faser.

Commissioning-processen kører parallelt med en byggesag og kan fortsætte gennem hele byggeriets levetid. Commissioning er dermed meget mere end »test før aflevering« eller »koordineret idriftsættelse«, som det har været italesat i Danmark. Kvaliteten i en byggesag styres målrettet efter ejerens og brugerens tekniske krav – ikke mindst krav til minimering af energiforbrug, hvilket gør processen særligt velegnet ved energirenoveringer.

Traditionelt tænkes der i anlæg og entrepriser i byggebranchen, hvor den enkelte leverandør sikrer, at egne anlæg fungerer, som de skal. Imidlertid bliver anlægene mere og mere specialiserede, og der kræves særlige kompetencer for at sikre, at det samlede system af ventilation, køleanlæg, varmeanlæg og automatik lever op til kravene omkring indeklima, energiforbrug mv.

Commissioning-processen skaber sammenhæng mellem forskellige anlæg og entrepriser ved at involvere driftsorganisation, brugere, rådgivere, entreprenører og leverandører – og udnytter de ressourcer, der i forvejen er i byggeprocessen. Derudover er et væsentligt formål at håndtere grænsefladerne mellem de forskellige leverandører og entrepriser.





## VÆRDIFORØGELSE ELLER BENS PÆND?

Byggeriets parter kan måske føle, at der bliver spændt ben for dem, da commissioning-processen også er udfordrende. Driftshensyn, som ofte tilsidesættes i byggeprocessen, bliver sat i fokus. Commissioning-processen kræver ressourcer, teknisk indsigt i både projekt og drift samt overblik på tværs af installationer og systemer. Dertil kommer den helhedsorienterede totaløkonomiske tilgang, der udfordrer de budgetansvarlige for opførelsesøkonomien.

## COMMISSIONING-ORGANISATIONEN

Der etableres en commissioning-gruppe for byggeprojektet, der varetager commissioning-processen parallelt med byggeprocessen. Gruppen bemannes typisk med en repræsentant for bygherren, en driftsansvarlig, en repræsentant for de projekterende, en repræsentant for de udførende og commissioning-lederen.

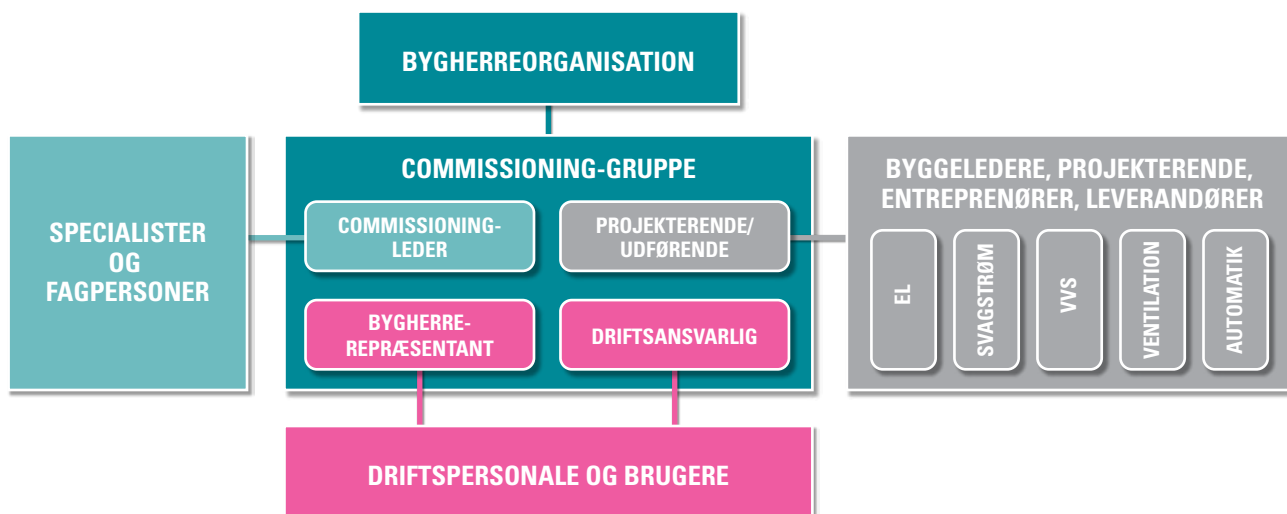
Organisationen suppleres løbende ved tilknytning af commissioning-specialister, projekterende, entreprenører, leverandører, brugere og driftspersonale, der er relevante for den pågældende delopgave.

## COMMISSIONING-KOMPETENCER

Bygherren skal udpege en commissioning-leder. Der er ikke noget facit for hvilken uddannelse, der er nødvendig for at lede commissioning-processen. Det er dog nødvendigt med følgende kompetencer:

- Bred teknisk indsigt – bygningsautomatik, HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning), indeklima m.m.
- Erfaring med drift af de aktuelle systemer
- Erfaring med byggeprocessen
- God til projektledelse og kommunikation

Alt efter hvilke systemer, der skal testes og byggeriets kompleksitet, kan commissioning-lederen udvide commissioning-organisationen med specialister, der kan varetage commissioning-aktiviteter inden for deres eget fagområde.



# FORDELE OG BENSPÆND

## HVILKE FORDELE TILBYDER COMMISSIONING-PROCESSEN?

Commissioning-processen skal skabe værdi. Denne værdi kan bestå af reduceret energiforbrug, sparede driftsomkostninger og/eller f.eks. points i en bæredygtigheds certificering.<sup>1</sup>

Byg- og driftsherrens fordele kan være:

- Byggeriet er klart til ibrugtagning fra dag ét
- Indeklimaet lever op til forventningerne
- Driftsomkostninger er optimerede, forudsigelige og mulige at budgettere
- Byggeriet er fleksibelt og robust
- Driftspersonalet har forudsætningerne for at drifte byggeriet i henhold til de stillede krav
- Dokumentation passer til driftsorganisationens værktøjer
- Et velfungerende byggeri med tilfredse brugere
- Dokumenterede ydelser og forbrug
- Bedst tænkelige udgangspunkt for værdiforøgelse af bygningerne (Asset Management)

Også entreprenørerne er begyndt at vise interesse for commissioning-processen, da det også giver dem nogle fordele:

- Rigtigt byggeri første gang
- Aflevering til tiden
- Dokumentation for ydelser og kvalitet
- Minimering af mangler
- Færre garantiudkald

## BENSPÆND?

Commissioning-processen koster ressourcer og skal betragtes som en investering, hvor udbyttet først kommer i forbindelse med ibrugtagningen og den fremtidige drift.

Når bygherrens krav fastholdes kontinuerligt, vil der opstå diskussioner om løsninger, metoder og fremtidige præstationer på et tidligere tidspunkt end normalt. Når man er ude på den anden side af disse diskussioner i byggeriets tidlige faser, ser parterne dog ofte positivt på, at vigtige krav ikke er overset – så unødvendige omprojekteringer og ombygninger undgås.

Commissioning-processens fokus på totaløkonomi kan give udfordringer, særligt ved eventuelle sparerunder og ved et ensidigt fokus på opførelsesøkonomi. Ved en tidlig indsats kan bygherren stille krav om brug af totaløkonomiske beregninger i rådgiver- og entreprisekontrakter, således at totaløkonomiske beregninger får mere gennemslagskraft i byggeriet.

Der skal reserveres tid til commissioning-aktiviteter i byggeriets tidsplan, så de nødvendige granskninger og tests bliver udført som planlagt. Brugere og driftspersonale inddrages i commissioning-processen, og det kræver tid og ressourcer. Metoden er proaktiv og skal forebygge tidsmangel i byggeperioden og op til afleveringen.

Den konsekvente inddragelse af alle parter, også brugere og driftspersonale, kan stride mod kulturen på byggepladsen. Endvidere kan tidsforbruget til granskninger og ikke mindst krav om færdiggørelse af enkeltleverancer inden samordnede tests være problematisk, hvis det ikke er tænkt ind fra start.

<sup>1</sup> Se evt. »Hvidbog om Bæredygtighed i Byggeriet (2013)«

## TOTALØKONOMI

Totaløkonomi for en given løsning dækker omkostninger til såvel etablering som drift af løsningen.

Totaløkonomi er en metode til at sammenligne to eller flere forskellige løsninger, hvor fordelingen af anskaffelsessum og driftsudgifter er forskellige. Totaløkonomiske beregninger er med til at kvalificere beslutninger i en byggeproces, når driften skal medregnes. Det er væsentligt at afgrænse omfanget af beregninger til de områder, hvor det giver bedst mening – eksempelvis facadeløsninger, tekniske løsninger eller ifm. energiforsyning.

Krav om brug af totaløkonomi bør indarbejdes i udbudsmaterialet og bruges aktivt i byggeprocessen – eksempelvis i forbindelse med program, dispositionsforslag, projektforslag og ved projektændringer.

De fleste byggeprocesser gennemføres på mellem 1 og 3 år, mens bygningerne efterfølgende skal anvendes i mellem 30 og 100 år. Af de samlede omkostninger afholdes ca. 80 % i driften af en bygning. Der er derfor fornuft i at vælge løsninger ud fra en totaløkonomisk betragtning.

## TOTALØKONOMI

Der findes en række vejledninger og værktøjer til arbejdet med totaløkonomi

### NY BEKENDTGØRELSE

Bygningsstyrelsen udgiver i 2013 en ny bekendtgørelse og tilhørende vejledning om Kvalitetssikring, Totaløkonomi og OPP.

[www.bygst.dk](http://www.bygst.dk)

### VEJLEDNING TIL TOTALØKONOMI I UDBUD

Københavns Ejendomme (2012)

[www.kejd.dk](http://www.kejd.dk)

### NORSK VÆRKTØJ TIL TOTALØKONOMISKE BEREGNINGER

Forsvarsbygg og Statsbygg (2011)

[www.lccweb.no](http://www.lccweb.no)

### VÆRKTØJ TIL TOTALØKONOMISKE VURDERINGER AF VINDUER, FACADER OG TAGE

Landsbyggefonden (2010)

[www.hfabcdk](http://www.hfabcdk)

### BEDSTE-PRAKSIS MANUAL OM TOTALØKONOMI

Erhvervs- og byggestyrelsen (2009)

[www.bygningsstyrelsen.dk](http://www.bygningsstyrelsen.dk)

### TRETTE TIPS OM TOTALØKONOMI

Erhvervs- og boligstyrelsen (2002)

[www.erhvervsstyrelsen.dk](http://www.erhvervsstyrelsen.dk)

### TOTALØKONOMISKE BEREGNINGER I STATSLIG BYGGEVIRKSOMHED

By og Boligministeriet (2001)

[www.erhvervsstyrelsen.dk](http://www.erhvervsstyrelsen.dk)

# ØKONOMI

## HVAD KOSTER DET?

Prisen er naturligvis afhængig af omfanget, men typiske nøgletal ligger på mellem 1 og 2 % af byggesummen – afhængigt af en række afgørende faktorer:

### **HVOR MANGE ANLÆG, INSTALLATIONER OG SYSTEMER SKAL COMMISSIONING-PROCESSEN OMFATTE?**

Commissioning-processen kan skaleres ved at vælge installationer til og fra. Typisk vil commissioning give stor værdi, hvis det anvendes på VVS, varme, ventilation, automatik og køling samt anlæg der fungerer i sammenhæng med disse.

Ofte hænger tingene sammen og man kan ikke nødvendigvis gennemføre commissioning på varmeanlægget uden samtidig at se på klimaskærmen.

### **HVORNÅR STARTER PROCESSEN?**

Jo før jo bedre! Krav om deltagelse i commissioning-processen til de projekterende og entreprenøren bør være på plads inden udbud, så ydelsen er en del af kontrakten. Der skal forventningsafstemmes og afsættes tilstrækkeligt med ressourcer i de respektive teams.

### **BYG- / DRIFTSHERRENS RESSOURCER OG PARTERNES ERFARING MED COMMISSIONING**

Jo større deltagelse fra bygherrens side og jo mere erfarne parterne er, des mindre eksterne ressourcer skal der tilføres. Det anbefales, at der tilknyttes en uvildig commissioning-leder til byggeprocessen, som fungerer som en konstruktiv tovholder i et tæt samarbejde med bygherren, dennes rådgivere (herunder både eventuel bygherrerådgiver og de projekterende), entreprenører og leverandører.

### **BRUG BYGGEPROJEKTETS RESSOURCER**

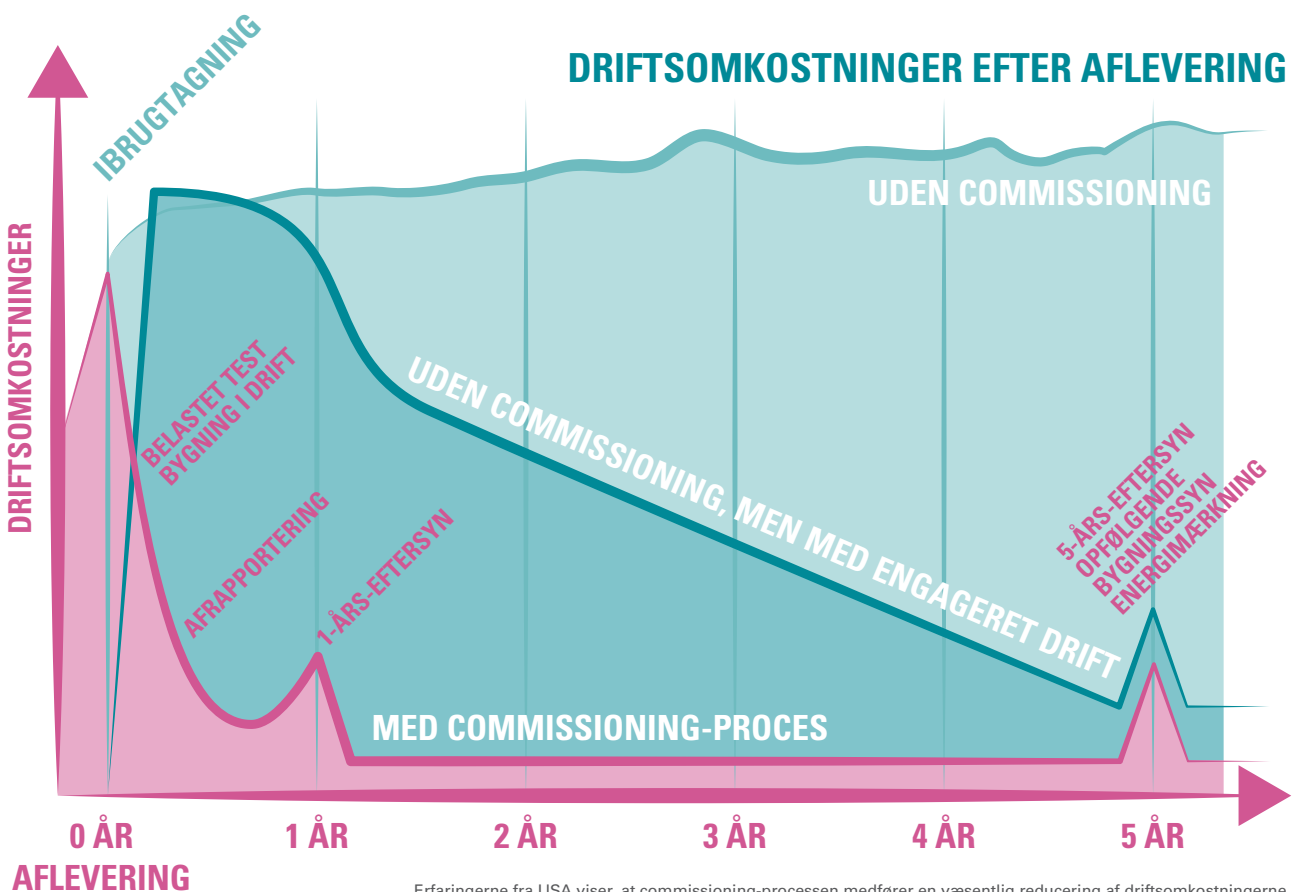
En måde at holde omkostningerne nede på er, at udnytte de commissioning-relaterede ressourcer, der allerede er i byggeorganisationen. Hver enkelt entreprenør har allerede indeholdt kvalitetssikring, egenkontroller, indreguleringer og afprøvninger i egen entreprise. Et godt samarbejde med entreprenør og eventuelle underentreprenører om at integrere de entreprenørbase-rede opgaver i commissioning-processen, kan således betyde, at der kan spares på tests i commissioning-organisationens regi.

## HVAD ER DET VÆRD?

Større undersøgelser fra USA viser energibesparelser på ca. 13 % i gennemsnit og en gennemsnitlig tilbagebetalingstid på 4,2 år.

En dansk undersøgelse har sammenlignet to danske butikcentre<sup>2</sup>, der har en del fællestræk. Det center, hvor man har arbejdet med commissioning i byggeprocessen har 40 % lavere elforbrug end det andet center. Elforbruget alene medfører en simpel tilbagebetalingstid for commissioning-processen på godt 1 år.

<sup>2</sup> Ágústsson, Rúnar Örn: Building Commissioning, Advantages and disadvantages of the process and how it has been applied in Denmark. Eksamensprojekt fra Management Engineering, DTU, 2010.



Erfaringerne fra USA viser, at commissioning-processen medfører en væsentlig reduktion af driftsomkostningerne.



# DEL 2 COMMIS- SIONING- PROCESSEN

# DEL 2

## COMMISSIONING-PROCESSEN

Del 2 gennemgår systematisk aktiviteterne i en commissioning-proces. En forudsætning for gennemførelsen af en succesfuld commissioning-proces er:

- At alle byggeriets parter er grundigt informeret om processen
- At alle har accepteret at udføre commissioning-aktiviteter
- At alle er villige til at følge op på commissioning-processens observationer

### HVORDAN GØR JEG?

Indsatsen skal igangsættes så tidligt som muligt. Det vil typisk lette arbejdet, hvis commissioning-organisationen er på plads inden færdiggørelsen af byggeprogrammet, så den kan hjælpe med at opstille målbare kvalitetsstyringskrav.

Skitse af commissioning-processens delelementer:

- Valg af indsatsområder
- Opstilling af krav til præstationer, funktionalitet og effektivitet
- Der oprettes en organisation
- Planlægning og koordinering af commissioning-planen med byggeriets tidsplaner
- Møder i commissioning-organisationen suppleret af relevante fagpersoner
- Oprettelse af commissioning-log, hvor alle observationer registreres og følges
- Granskning af projektdokumenter med fokus på drift og installationernes samspil
- Udmelding fra de projekterende om at bygherrens krav er opfyldt



## PROGRAMMERING

### IDÉ

- Kommunikation, møder og rapporter
- Bygherrens overordnede krav
- Budgettering

### PROGRAM

- Organisering
- Planlægning
- Opstilling af specifikke krav til præstation og drift
- Krav til parterne
- Oprettelse af log
- Staderapport
- Bygherre accept af commissioning indtil nu



## PROJEKTERING

### DISPOSITIONSFORSLAG

- Verificering af at krav er tilgodeset i dispositionsforslag
- Opdatering af log
- Staderapport
- Bygherre accept af commissioning indtil nu

### PROJEKTFORSLAG

- Granskning af dimensioneringsforudsætninger
- Opdatering af log
- Staderapport
- Bygherre accept af commissioning indtil nu



- Der arbejdes målrettet med specifikke aktiviteter i hver af byggeriets faser bl.a. sikring af egenkontroller, kvalitetssikring, tilsyn, brugerundervisning og dokumentation
- Ved afslutningen af hver fase accepterer bygherren de udførte commissioning-aktiviteter og tillader, at processen føres videre i næste fase
- Verificering af at det udførte projekt og byggeri lever op til de opstillede krav
- Afrapportering
- Planlægning af aktiviteter, der opretholder commissioning-processen i driftsfasen

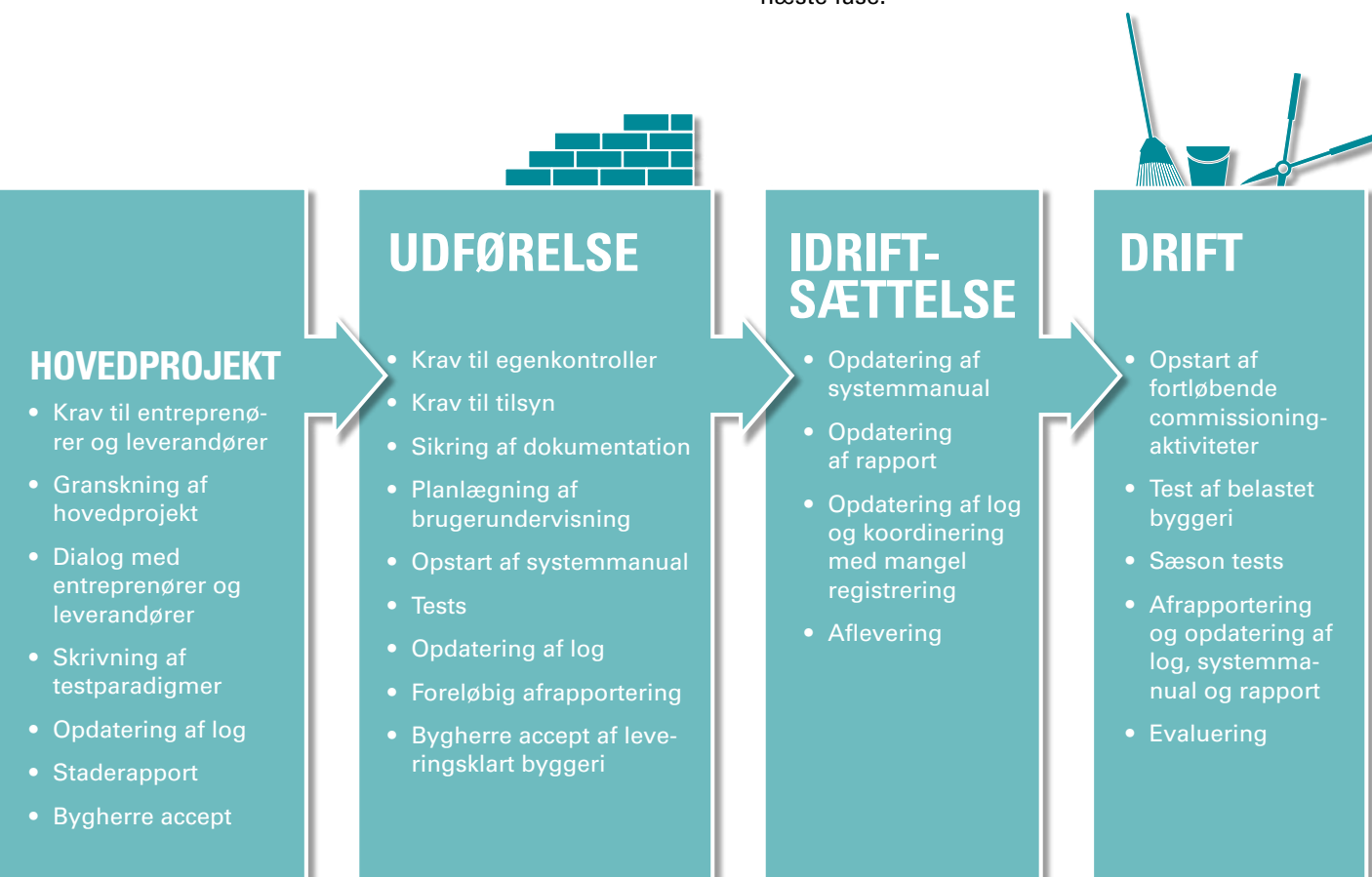
Hvis man kommer senere i gang end den tidlige programfase, vil der være en del af de forudgående aktiviteter, man bliver nødt til at samle op, inden der fortsættes med de aktiviteter, der hører til den aktuelle fase.

## STADERAPPORTERING OG ACCEPT AF AKTIVITETER

Et væsentligt gennemgående træk ved commissioning-processen er staderapportering og bygherrens accept af aktiviteterne. Commissioning-lederen afrapporterer stade til bygherren ved afslutning af hver fase. Ved at sammenholde commissioning-planen med commissioning-loggen synliggøres fremdrift i commissioning-aktiviteterne.

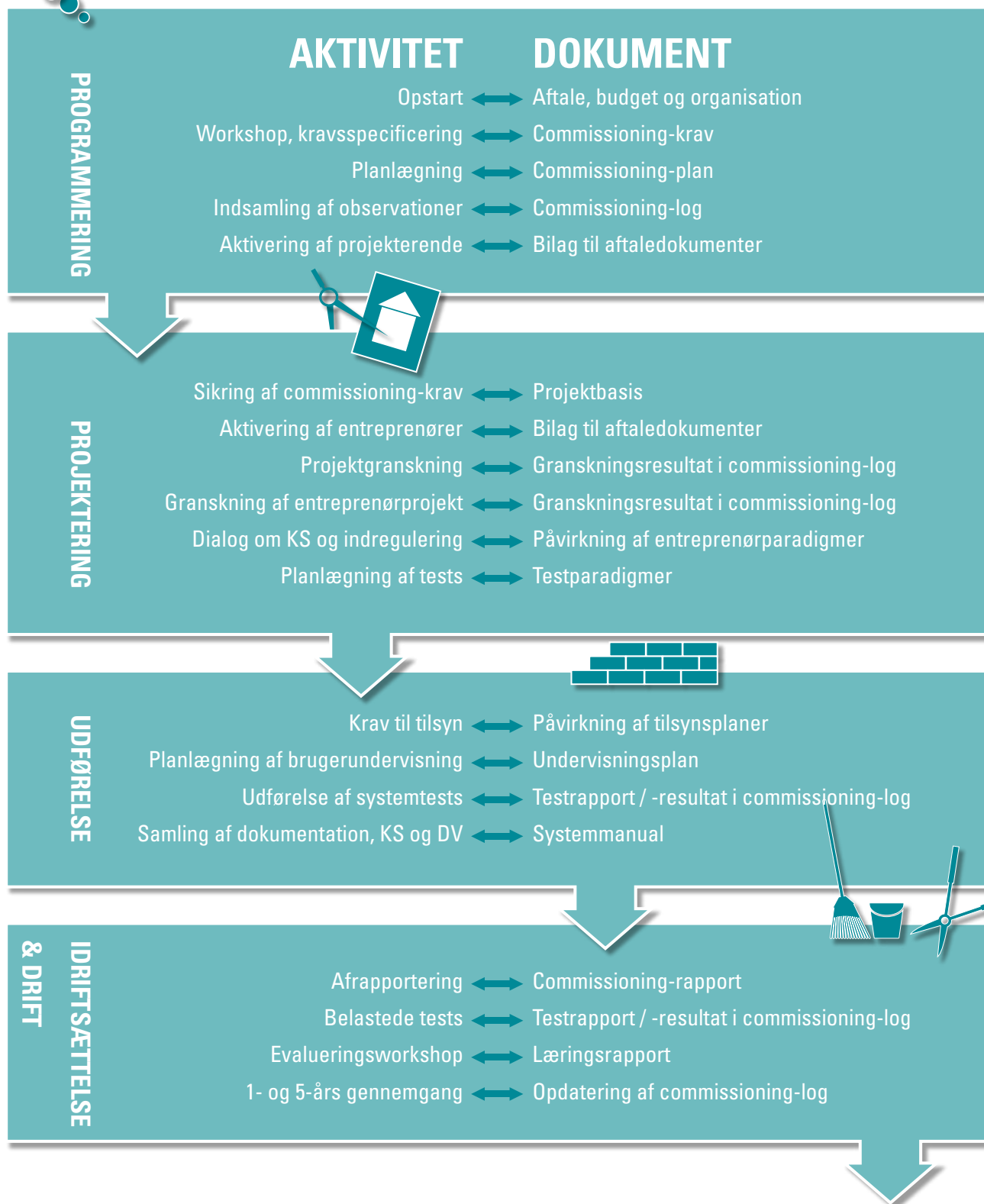
Det er en god idé at beholde en komplet log over alle observationer, og sammenligne denne log med en udgave af loggen, hvor det kun er de uafklarede observationer, der vises.

Bygherren skal efter gennemsyn af staderapporteringen give accept til, at arbejdet fortsætter over i den næste fase.





## OVERSIGT OVER AKTIVITETER OG DOKUMENTER



# 1.0 PROGRAMMERING

Bygherren er ansvarlig for at udpege en commissioning-leder, der skal planlægge og koordinere de kommende commissioning-aktiviteter.

Commissioning-lederen skal have en bred teknisk baggrund samt erfaring med projektering, drift og projektledelse. Commissioning-lederen kan være en person udefra med specialiseret erfaring i commissioning-processen, idet uvildighed er et vigtigt parameter i samarbejdet med byggeriets parter.

Før programmeringen eller i umiddelbar tilknytning til programmeringen skal commissioning-lederen diskutere overordnede commissioning-krav (krav til indeklima, energiforbrug mv.) med bygherren samt budgetter for commissioning-aktiviteterne.

Der aftales kommunikationslinjer og møde- og afrapporteringsfrekvens.

## 1.1 KLARLÆGGELSE AF BYGHERRENS OVERORDNEDE ØNSKER OG FORPLIGTELSER

Her er det commissioning-lederens opgave at hjælpe bygherren med at vurdere, hvilke indsatsområder, der giver mest værdi for de investerede commissioning-midler.

Typiske indsatsområder er:

- VVS
- Ventilation
- Køl
- El
- Svagstrøm
- Sikring
- Klimaskærm
- Bygningsautomation
- Varmeforsyning

Ofte indgår verificering af krav fra bygningsreglementet også i commissioning-organisationens arbejde.

## 1.2 BUDGETTERING

Budgettet må nødvendigvis være retningsgivende, da processen er dynamisk, og ressourcebehovet kan ændres, hvis der f.eks. findes alvorlige mangler.

Budgettet bør indeholde en udmelding om ressourcebehov fra bygherrens driftsorganisation, fra entreprenører og leverandører samt fra commissioning-specialister.

## 1.3 ORGANISERING

Der etableres en commissioning-organisation med en commissioning-gruppe, der refererer til bygherren. I gruppen er der en repræsentant for bygherren, en driftsansvarlig, en repræsentant for de projekterende (typisk en ingeniør) og/eller en repræsentant fra entreprenørerne (typisk en entrepriseleder for installationsfag) og commissioning-lederen, som forestår ledelsen af commissioning-processen.

Organisationen tilpasses løbende ved tilknytning af commissioning-specialister, projekterende, entreprenører og leverandører, der er relevante for den pågældende delopgave.

Commissioning-specialister skal have specifik teknisk erfaring med såvel projektering samt drift af de aktuelle installationer. Specialisterne er typisk personer udefra med erfaring i commissioning-processen. Der laves et organisationsdiagram for det enkelte projekt.

En effektiv organisation deler opgaverne mellem medlemmerne og trækker på de ressourcer, der er i deltagerens respektive bagland. Når der fremover i denne vejledning angives, at en opgave udføres af commissioning-organisationen, afspejler det denne arbejdsdeling.

## 1.4 COMMISSIONING-KRAV

Med commissioning-krav menes bygherrens målbare krav til præstationer, funktionalitet og effektivitet, som ikke kan fraviges uden bygherrens tilladelse. Disse krav er det fundament, som hele commissioning-processen hviler på.

Ofte er indholdet i et almindeligt byggeprogram ikke præcist nok til at kunne bruges ved forfølgelse af kravene gennem dispositionsforslag, projektforslag, hovedprojekt, byggeri og drift. Derfor bliver commissioning-kravene typisk oplistet i et separat dokument, der bruges, når commissioning-organisationen verificerer kravene gennem de efterfølgende faser. Kravene skal med i udbudsmaterialet, eventuelt som et bilag.

Commissioning-organisationen kan afholde en workshop med alle relevante interessenter, hvor der opstilles commissioning-krav. I bilag 2 er vist et typisk eksempel på et commissioning-krav.

Commissioning-kravene fokuserer på totaløkonomi, typer af anlæg og systemer, verificering, manualer, dokumentation, drift og vedligehold, brugerundervisning og afrapportering.

## 1.5 PLANLÆGNING

Commissioning-gruppen udarbejder en commissioning-plan og en tidsplan. Planerne beskriver de forventede aktiviteter i commissioning-processen i kronologisk rækkefølge.

Commissioning-planen justeres løbende, hvis der er observationer, der påvirker det planlagte forløb.

Commissioning-planen skal koordineres med byggeriets tidsplan, således at det sikres, at der afsættes dedikerede perioder til commissioning-aktiviteter.

Commissioning-organisationen fastlægger mødefrekvens og forventet tidsforbrug hos alle aktører. Disse oplysninger skal med i udbudsmaterialer, så der bliver afsat dedikerede ressourcer til commissioning-aktiviteter.

I bilag 3 er vist et eksempel på indholdsfortegnelsen fra en commissioning-plan.

## 1.6 OPRETTELSE AF COMMISSIONING-LOG

Commissioning-organisationen opretter en commissioning-log, hvor alle observationer registreres og forfølges, efterhånden som byggeriet udvikler sig. I bilag 4 er givet et eksempel på opbygningen af en commissioning-log.

Commissioning-loggen følger hele byggeriet og videreføres ind i driftsfasen.

Det anbefales, at bygherrens commissioning-krav tydeligt markeres i loggen, så de ikke efterfølgende drukner i andre observationer.

Observationer fra brugerworkshops m.m. kan også dokumenteres i loggen. Derved vil eventuelle konflikter mellem brugerønsker, oprindelige krav og øvrige observationer komme tidligt frem.

Commissioning-loggen skal opdateres ved slutningen af hver fase og punkter, der er tilgodeset, skal lukkes inden næste fase.

Der gemmes en kopi af loggen fra slutningen af hver fase og på baggrund af loggens indhold træffes beslutning om at fortsætte med næste fase.

## 1.7 KRAV TIL DE PROJEKTERENDE/ TOTALENTREPRENØR

Commissioning-organisationen vil typisk hjælpe med at få specifikationer af commissioning-relaterede arbejdsopgaver ind i de projekterendes aftaledokumenter. De projekterende skal vide på forhånd, at de har en aktiv rolle i commissioning-processen. De skal projektere op mod specifikke krav, og deres projekt vil blive gransket, typisk i en workshop, hvor de selv deltager. Derudover skal de skal deltage i tilsyn, tests og afrapporteringer.

Hvis projekteringen varetages af en totalentreprenør, skal der allerede på dette tidspunkt stilles krav til entreprenørers deltagelse i commissioning-processen såvel som de projekterendes deltagelse.

## 1.8 AFRAPPORTERING OG ACCEPT

Se afsnit på side 15

# PROJEKTERING

## 2.0 DISPOSITIONSFORSLAG

I forbindelse med commissioning rummer denne fase en første vurdering af, om commissioning-krav er tilgodeset i projektet.

### 2.1 OPFYLDELSE AF SPECIFIKKE KRAV

De projekterende skal i forbindelse med dispositionsforslaget tydeligt godtgøre, at commissioning-kravene er tilgodeset ét for ét.

De projekterende dokumenterer at commissioning-kravene er opfyldt, og dokumentationen gemmes som den projektbasis, der sammen med kravspecifikationen er grundlag for de kommende commissioning-aktiviteter. Dette kan ske som et bilag med commissioning-kravene listet op, og deres respektive forslag til udmøntning listet op ved siden af.

I bilag 2 og bilag 4 er vist, hvorledes tilføjelse af ekstra kolonner i dokumentet med commissioning-kravene på en simpel måde hjælper til at overskue, om kravene er tilgodeset.

### 2.2 AFRAPPORTERING OG ACCEPT

Se afsnit på side 15

## 3.0 PROJEKTFORSLAG

Aktiviteterne i denne fase tager udgangspunkt i de oprindelige commissioning-krav, der blev dokumenteret og tilgodeset i sidste fase. Commissioning-organisationen kan med fordel granske projektforslaget inden det, som en del af et myndighedsprojekt, bruges til ansøgning om byggetilladelse.

### 3.1 GRANSKNING AF GRUNDLAG FOR VIDERE PROJEKTERING

Dimensioneringsforudsætninger, indeklimasimuleringer m.m. granskes for at sikre, at commissioning-krav er tilgodeset.

Granskningsresultat dokumenteres i commissioning-loggen.

### 3.2 AFRAPPORTERING OG ACCEPT

Se afsnit på side 15

## 4.0 HOVEDPROJEKT

I det følgende beskrives de aktiviteter i commissioning-processen, der skal gennemføres under færdiggørelsen af projektet.

### 4.1 KRAV TIL ENTREPRENØRER/LEVERANDØRER

Entreprenører og leverandører skal være kontraktligt forpligtede til at deltage i commissioning-processen – det gælder også leverandører af bygherreleverancer.

Entreprenører og leverandører skal afstemme deres paradigmer for egenkontroller, afprøvninger, indreguleringer, tests, dokumentation og brugerundervisning med commissioning-organisationen. Deres entreprise/leverance bliver testet af commissioning-organisationen i de tilfælde, hvor det vurderes, at der er brug for et supplement til de entreprenør-/leverandørbaserede tests. Dette sker typisk, hvor flere entrepriser og leverancer indgår i et samlet system, f.eks. en kølecentral. Entreprenører og leverandører skal selv deltage i tests og afrapporteringer.

Varetages projekteringen af en totalentreprenør, skal det sikres, at krav går videre til underentreprenører og underleverandører.

Commissioning-organisationen kan bistå med at skrive afsnit i leverandør- og entreprenørkontrakter, der forpligter aktørerne til at deltage i commissioning-processen. I bilag 5 er vist et eksempel på et informationsbrev til en leverandør, der forpligtes til at deltage i commissioning-processen.

### 4.2 GRANSKNING AF HOVEDPROJEKT

Commissioning-organisationen udfører sammen med fagspecialister en samlet driftsorienteret granskning af hovedprojekt, entreprenørprojektering og bygherreleverancer for at sikre overholdelse af commissioning-krav, installationernes samspil og den fremtidige drift.

Det er en stor fordel, hvis det fremtidige driftspersonale kan inddrages i granskningerne, og derved får indgående kendskab til de installationer og systemer, som de senere bliver ansvarlige for.

Den driftsorienterede granskning erstatter ikke rådgivernes egne interne granskninger. Granskningsresultaterne indføres i commissioning-loggen.

### 4.3 DIALOG MED ENTREPRENØRER OG LEVERANDØRER

Entreprenører og leverandører skal føre dialog med commissioning-organisationen om:

- Egenkontroller
- Idriftsættelse
- Indregulering
- Test
- Dokumentation
- Brugerundervisning

Dialogen gælder egen leverance, undtagen hvor den pågældende leverance er en vigtig brik i verificeringen af andre leverancer, f.eks. bygningsautomatik.

Entreprenørers og leverandørers paradigmer for egenkontrol, idriftsættelse, indregulering, test og dokumentation opdateres, så de afspejler de procedurer, som er valgt, for at verificeringen lever op til bygherrens commissioning-krav.

### 4.4 SKRIVNING AF TESTPARADIGMER FOR SAMORDNEDE TESTS AF SYSTEMER

Commissioning-organisationen skriver paradigmer for test af systemer, der forventes testet i commissioning-organisationens regi. Paradigmerne skal leve op til de krav om verificering, der er i bygherrens commissioning-krav.

Funktionsbeskrivelser fra CTS-projektet er velegnede kilder ved skrivning af testparadigmerne. I bilag 6 er vist et eksempel på dette.

### 4.5 AFRAPPORTERING OG ACCEPT

Se afsnit på side 15

## 5.0 UDFØRELSE

Commissioning-organisationen skal sammen med entreprenører og leverandører sikre, at kontrolparadigmerne efterleves på de bygningsdele, anlæg og installationer, der skal verificeres via egenkontrol.

Det er også i byggefasen, at der føres dialog med entreprenører og leverandører om brugerundervisning.

Senere i byggefasen tiltager arbejdsmængden i commissioning-organisationen, når der skal testes og dokumenteres op til aflevering og ibrugtagning.

### 5.1 OPDATERING AF ORGANISATIONEN

I denne fase vil der ofte blive tilknyttet en entreprenørrepræsentant til commissioning-gruppen, da de daglige aktiviteter i højere grad er relateret til byggeri end til projektering.

### 5.2 TILSYN

Commissioning-organisationen udfører ikke nødvendigvis selv tilsyn i byggefasen. Der samarbejdes typisk med fagtilsyn og entreprenørtilsyn.

Commissioning-organisationen skal specificere det tilsyn, der skal føres med entreprenørers og leverandørers egenkontroller, idriftsættelse, indregulering, test og dokumentation.

Der skal gøres en særlig indsats for at føre tilsyn, hvor der er grænseflader mellem entrepriser og leverancer.

Indsatsen afrapporteres ved opdatering af commissioning-loggen.

### 5.3 SIKRING AF DOKUMENTATION

Commissioning-organisationen skal kontrollere, om dokumentationen overholder commissioning-kravene.

Bygherren kan med fordel stille ressourcer til rådighed, således at entreprenører og leverandører støttes ved udformning og aflevering af dokumentation

samt drifts- og vedligeholdsmateriale. Det vil være en god investering at sikre, at dokumenterne passer ind i driftsorganisationens værktøjer, det være sig digitale værktøjer eller på papir.

Resultaterne afrapporteres ved opdatering af commissioning-loggen.

### 5.4 PLANLÆGNING AF UNDERVISNING

Commissioning-organisationen planlægger undervisning af driftspersonale i specifikke driftsrutiner. Forventede træningsresultater fastlægges sammen med driftsfolk og entreprenører/leverandører, således at driftsorganisationen bliver i stand til at drifte byggeriet i overensstemmelse med commissioning-kravene.

Planlægningen afrapporteres typisk i en undervisningsplan.

### 5.5 OPSTART AF SYSTEMMANUAL

Systemmanualen er det bibliotek, der samler alle de oplysninger, de driftsansvarlige kan få brug for. Mange af disse oplysninger er en del af drifts- og vedligeholdelsesmateriale (DV) i en traditionel byggeproces, men typisk er det ikke samlet på et sted.

Ud over struktureringen tilføjer commissioning-processen manualer over systemer, der er sammensat af flere anlæg og/eller flere leverancer. Disse systemmanualer vil sandsynligvis kun blive produceret med commissioning-organisationens mellemkomst, da de enkelte leverandører af anlæg, der indgår i mere komplekse systemer, ikke kan forventes at have overblik over helheden.

Der samles en systemmanual af følgende dokumenter:

- De oprindelige commissioning-krav
- Dokumentation for, at commissioning-kravene er tilgodeset i dispositionsforslag
- Commissioning-log, hvor alle observationer registreres og følges i processen



- Henvisning til som-udført dokumentation
- Henvisning til kvalitetssikringsdokumenter
- Henvisning til uddannelsesplan
- Henvisning til driftsanvisninger for alle anlæg og systemer, både ordinær drift og nøddrift
- Instruktioner om hvorledes driften løbende optimeres, f.eks. ved brug af logninger i CTS-anlæg
- Henvisning til plan for fortløbende commissioning-aktiviteter
- Formkrav for fremtidige afrapporteringer af f.eks. energiforbrug og indeklimaparametre
- Henvisning til vedligeholdsinstruktioner på alle anlæg og installationer
- Krav til undervisning af kommende personale og vedligeholdende træning
- Commissioning-proces rapport
- Projektbasis
- Guide til vedligehold af systemmanualen

Der afsættes plads til, at commissioning-organisationens endelige afrapportering kan indsættes i systemmanualen.

## 5.6 TESTS

Commissioning-organisationen gennemfører planlagte tests i henhold til de udmeldte testparadigmer.

Tests af komplicerede systemer med flere involverede entrepriser og leverancer kræver stor faglighed, og det er typisk commissioning-specialister inden for de pågældende systemer, der leder sådanne tests.

Alle involverede aktører, projekterende, entreprenører og leverandører af det pågældende system og driftsfolk deltager i testen.

Acceptkriterier til resultaterne af disse tests er de oprindelige commissioning-krav, der blev specificeret tidligere i commissioning-forløbet med de opdateringer, der er godkendt af bygherren.

Resultaterne afrapporteres med en opdatering af commissioning-loggen evt. med link til separat testrapport alt efter hvor meget, der er observeret under testen.

## 5.7 FORELØBIG AFRAPPORTERING

De udførte aktiviteter samles i en commissioning-rapport, der kan indgå som dokument ved afleveringsforretningen. I bilag 7 er givet et eksempel på en typisk indholdsfortegnelse i en commissioning-rapport.

Bygherren skal efter gennemsyn af den foreløbige afrapportering give accept til, at byggeriet er klar til aflevering.

# IDRIFTSÆTTELSE OG DRIFT

## 6.0 IDRIFTSÆTTELSE

Commissioning-organisationen forventes på dette tidspunkt at have den største samlede viden om driftsmæssige forhold i byggeriet og kan derfor forvente at skulle hjælpe til ved opstart af systemer.

Observationer fra denne hektiske fase indføres i commissioning-loggen.

Den foreløbige commissioning-rapport opdateres og commissioning-loggen vedlægges afleveringspapirerne som kvalitetsdokumentation.

Systemmanualen opdateres og overdrages til driftspersonalet med fremhævelse af driftsaktiviteter, der er nødvendige fra dag et. Læs mere om idriftsættelse i Værdibyg-vejledningen 'Driftorienteret Byggeproces'.

## 7.0 DRIFT

I denne fase udføres tests af belastet byggeri i drift samt øvrige tests, som ikke har været praktisk gennemførlige i byggeperioden. Endvidere skitseres de fremtidige commissioning-aktiviteter, som skal udføres på foranledning af byggeriets brugere.

### 7.1 TEST AF BELASTET BYGGERI

En test af byggeri i drift med møblering og brugere kan give et mere retvisende resultat end en test i byggeperioden. Typisk kan en del af CTS-anlæggets testperiode udføres her – ikke for at verificere CTS-anlægget isoleret set, men for at verificere systemer og indeklima.

### 7.2 SÆSONRELATEREDE TESTS

Det er som regel ikke muligt at teste varmeanlæg inden afleveringen, hvis afleveringen finder sted i en varm periode. Omvendt er det svært at verificere funktionen af køleanlæg om vinteren. Derfor giver det mening at udskyde f.eks. den ene af disse tests til efter aflevering.

### 7.3 FORTLØBENDE COMMISSIONING-AKTIVITETER

De fleste byggerier fører et dynamisk liv med ombygninger, nyindretninger, ændret brug o.s.v.

Commissioning-organisationen hjælper med at skitsere de aktiviteter, som driftsorganisationen skal gennemføre for at sikre opretholdelsen af de verificerede ydelser og den verificerede driftsøkonomi, f.eks.:

- Vedligeholdende og videregående undervisning
- Optimeringsprocesser
- Procedurer ved ombygninger
- Procedurer ved udskiftninger
- Monitorering og konsekvenser ved afvigelser
- Fremtidig brug af commissioning-loggen ved garantigennemgange m.m.

Indsatsen afrapporteres i systemmanualen og drifts- og vedligeholdsmaterialet.

### 7.4 AFRAPPORTERING

Commissioning-loggen, systemmanualen og den foreløbige commissioning-rapport opdateres med observationer fra driftsfasen, og de endelige versioner overdrages til bygherren.

### 7.5 ERFARINGSOPSAMLING

Der afholdes en evalueringsworkshop, som sikrer opsamling af erfaringer til brug ved byggeriets fortsatte drift og ved anvendelse af commissioning-processen på fremtidige byggerier.

# BILAG

## **1 LITTERATUR**

Kildemateriale og relevant baggrundsmateriale om Commissioning-processen.

## **2 COMMISSIONINGKRAV**

Eksempel på typisk commissioningkrav.

## **3 COMMISSIONINGPLAN**

Indholdsfortegnelsen fra en typisk commissioningplan.

## **4 COMMISSIONING LOG**

Eksempler på loggede observationer relateret til bilag 2.

## **5 INFORMATIONSBREV**

Typisk ordvalg når leverandører skal forpligtes til at deltage i commissioning.

## **6 TESTPARADIGME**

Eksempel på paradigme for indeklimatest af system.

## **7 COMMISSIONING-RAPPORT**

Indholdsfortegnelsen fra en typisk commissioning-rapport