

På vej mod
bæredygtighed
i byggeriet



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

GUIDE

Når energioptimering skal lykkes

- ledelse af den energioptimerede byggeproces



Scan koden og
TILMELD dig vores
NYHEDSBREV

Hent ScanLife:
SMS "Scan" til 1220 eller
hent gratis i App Store
eller Android Market

INDHOLD

LEDELSE AF DEN ENERGIOPTIMEREDE BYGGEPROCES	3
DEN ENERGIANSVARLIGES ROLLE	5
PROJEKTETS FORUDSÆTNINGER	7
Kortlægning	7
Beliggenhed, nybygning og eksisterende bygninger	7
Energiforbrug og indeklimaforhold	7
Arkitektur og bygningsfysik	8
Analyse og udfordring af brugerkrav	9
Anvendelse, adfærd og kultur	9
Projektorganisation	9
Organisering af bygge- eller renoveringsproces	9
Projektets tidsplan	11
IDÉ	12
Identifikation af indsatsområder	12
Realitetsvurdering	12
Investering og rentabilitet	13
PROGRAM	14
Oplæg til prioriteret indsats	14
Præcisering af krav til ydeevne	14
Arkitektur, bygningsfysik og konstruktion	14
Løbende simulering	15
PROJEKTERING	16
Forslagsfasen: Præcisering af krav til monitorering	16
Projekteringsfasen: Kvalitetssikring og opfølgelse	16
PROJEKTOPFØLGNING OG UDFØRELSE	18
Kontrol af detaljløsninger før realisering	18
AFLEVERING OG IDRIFTSSÆTTELSE	19
Indkørings- og vedligeholdelsesplaner	19
DRIFT OG ENERGILEDELSE	20
Status for realiserede besparelser	20
Effektivering og opfølgning i driften	20
YDERLIGERE INFORMATION	21

Udgivet december 2012

Forsidebillede: Green Lighthouse er tegnet af CCO Arkitekter, og COWI har været ingeniør. Bygningens grundform er cylindrisk, hvilket sikrer det optimale forhold mellem minimal overflade og maksimal volumen. Fotoraf: Adam Mørk

LEDELSE

af den energioptimerede byggeproces

På vej mod
bæredygtighed
i byggeriet

Ledelse af den energioptimerede byggeproces giver et stort potentiale for at sikre bedre bygninger og bedre økonomi i alle faser af bygningernes levetid. Samtidig er det et væsentligt skridt på vejen til at bygge bæredygtigt byggeri.

Det handler om at sammentænke alle former for energiforbrug i bygninger i deres samlede livscyklus. Det vil sige fra konceptet for en ny bygning, ombygning, tilbygning eller renovering opstår, til den færdige bygning drives, vedligeholdes og evt. nedrives sidst i dens livsfase.

I en byggeproces er bygningens energimæssige ydeevne som regel bygningsejerens ansvar. De energiforbrugende processer i bygningerne, fx til produktion, maskiner og IT, afhænger derimod oftest af bygningernes brugere. Ejer og bruger af en bygning har altså begge stor

betydning for det samlede energiforbrug i anlæg og drift.

Denne guide er et redskab til bygherrer til ledelse af energioptimerede byggeprocesser for at sikre optimering af både bygningens ydeevne og bygningens forbrug af energi til processer. Målet er at planlægge og gennemføre ledelse af en integreret, energioptimeret byggeproces gennem alle byggeriets faser, så energioptimeringen lykkes - og betaler sig. Ud over bygherrer kan guiden anvendes af byggeriets øvrige parter, som redskab til ledelse af energioptimerede processer.

Guiden kan med fordel bruges i sin helhed, men også som inspiration til ledelse af energioptimering i dele af byggeriets processer. Den består af en guide og en tjekliste:



Energirenovering af Albertslund Bibliotek.

- **Guide**

En overordnet beskrivelse af indsatsområder i byggeriets forskellige faser med en rammebeskrivelse af de centrale tiltag og holdepunkter for ledelse af energioptimerede byggeprocesser. Guiden er disponeret efter de kendte faser i byggeriet. For hver fase, såvel som ved faseskift, er de væsentligste tiltag beskrevet.

- **Tjekliste**

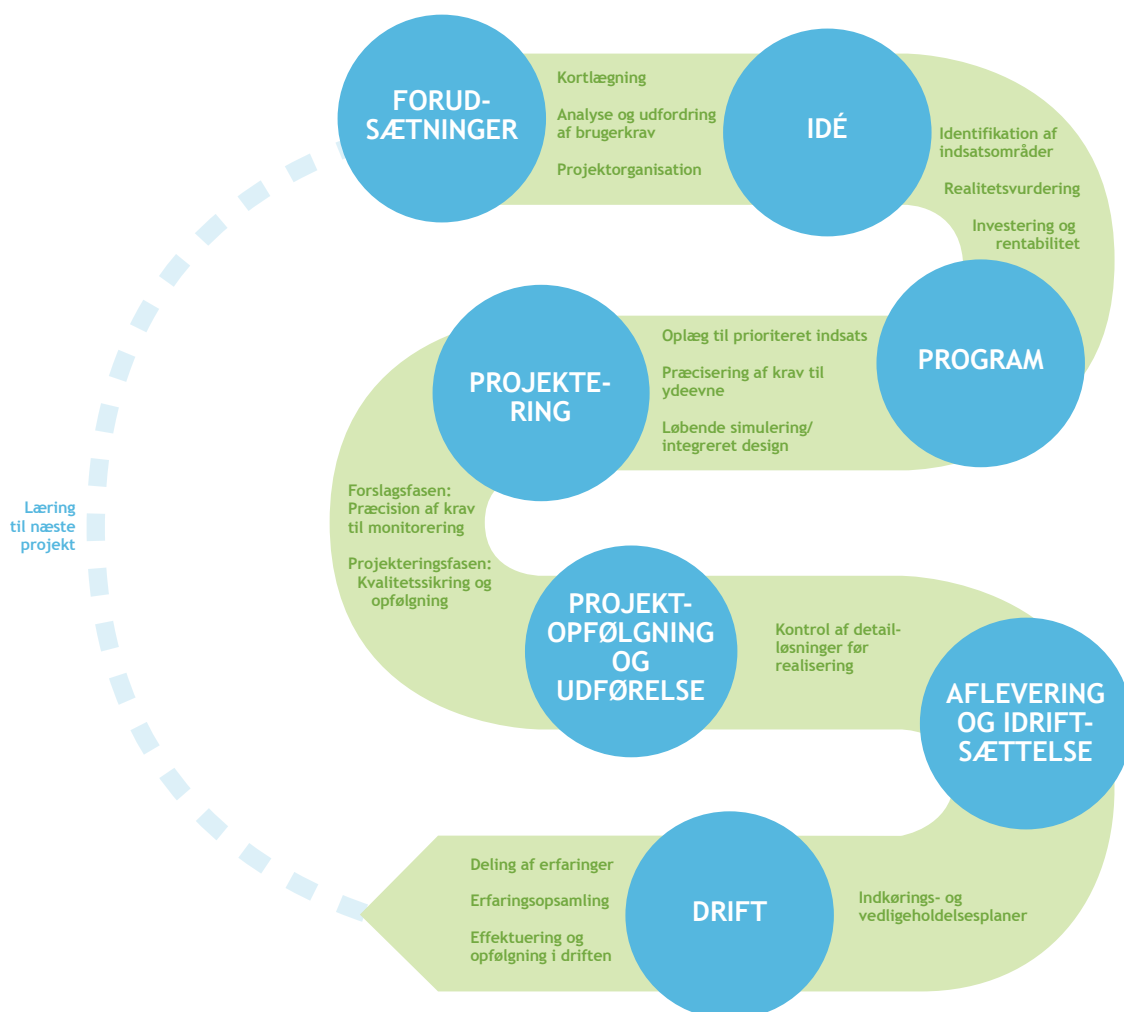
En liste med forslag til typiske spørgsmål og indsats-områder i byggeriets faser, som bygherre eller projektets energiansvarlige skal sørge for, at rådgivere og udførende adresserer.

- Projekt - hvad er valgt for det aktuelle projekt?
- Aktiviteter - hvad er gjort, og hvad skal gøres?
- Dokumentation - hvordan dokumenteres beslutninger?
- Ansvar for opfølgning - hvem skal foretage sig noget?
- Status - hvad er status for de aktuelle beslutninger?

Disse værktøjer sikrer ikke i sig selv, at energioptimering lykkes. Redskaberne beskriver en metode, som den enkelte projektorganisation skal tilpasse til det faktiske projekt for, at energioptimeringen kan lykkes.

Både guide og tjekliste kan benyttes ved såvel nybyggeri som tilbygning og renovering og kan downloades fra www.byggeriogenergi.dk

Tjeklistens opdeling følger guidens opdeling. I tjeklisten er der desuden et bud på aktørernes rollefordeling. Den er retningsangivende, kan tilpasses de konkrete projekter og har følgende temaer:



Procesforløb til energioptimering i byggeriets faser.

Aktører	Idé	Program- mering	Bygge- program	Projek- tering - forslag	Projek- tering - projekt	Udbud	Udfør- else	Afleve- ring	Drift
Bygherre	X	X	X	X	X	X	X	X	(X)
ENERGIANSVARLIGE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bygherrerådgiver		X	X	X	(X)	(X)			
Bruger		X	X	X					X
Bygherreleverandør			X	(X)	(X)	(X)	(X)	X	
Rådgivere			(X)	X	X	X			
Udførende					(X)	X	X	X	
Driftspersonale		X	X					X	X

X = meget involveret (X) = mellem involveret Tomt felt = lidt eller ikke involveret

Ledelse af den energioptimerede byggeproces er ideelt set én gennemgående ydelse gennem hele projektet og i alle byggesagens faser. Det er derfor vigtigt, at den energiansvarlige:

- Udformer et fælles grundlag og mål for energioptimeringen
- Involverer alle relevante parter
- Sikrer at alle parter arbejder efter det fælles grundlag og mål
- Koordinerer tværfagligt
- Følger op på energioptimeringen undervejs - især ved faseskift
- Løbende dokumenterer status og formidler til alle parter, så alle hele tiden arbejder ud fra samme beslutningsgrundlag
- Gransker projekt materialet fra projektets parter og sikrer, at materialet lever op til de gældende krav og overordnede målsætninger
- Sikrer erfaringsopsamling og bringer den tilbage til organisationen



Energirenovering i Hedebygadekarreen, København

PROJEKTETS FORUDSÆTNINGER

Det er vigtigt at kortlægge byggeriets forudsætninger som det allerførste. Det er nemlig grundstenen for byggeriet og afgørende for at kunne afstemme forventninger med realiteter.

Et byggeprojekts udformning formes af mange forskellige forhold som lovkrav, pladsmangel, organisationsændringer, nye arbejdsgange, investeringsønsker mv. De grundlæggende forudsætninger varierer fra bygherreorganisation til bygherreorganisation og omfatter fx placeringsmuligheder, økonomi og beslutningsprocedurer.

Kortlægning

Beliggenhed, nybygning og eksisterende bygninger

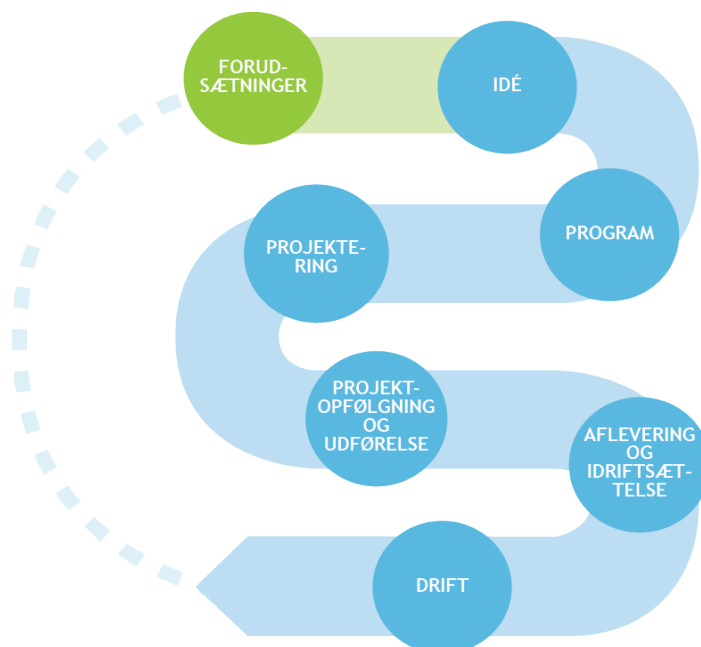
En god kortlægning og analyse af de eksisterende forhold udgør erfaringsmæssigt 50-75 % af potentialet for en god energioptimeret løsning. En analyse af tegninger og beskrivelser af byggegrunden eller eksisterende ejendomme viser, om en projektidé kan gennemføres, eller om alternativer skal vurderes.

Den energiansvarlige bør:

- Analysere projektets sammenhæng med omgivelserne for at vurdere potentialet for energieffektivitet - fx inden for fjernvarme, eksisterende forsyningsstruktur og eksterne leverancer af udstyr med stor konsekvens for energi

Energiforbrug og indeklimaforhold

Det er helt centralt at kende bygherrens krav og forventninger til sundhed, komfort og aktiviteter for at kunne opstille projektets mål for indeklimaet, både ved renovering og nybyggeri. Målene for indeklima bestemmer nemlig, hvilke målinger, simuleringer og beregninger der skal gennemføres i projekteringen for at sikre overensstemmelse mellem beregnet og faktisk energiforbrug. Herved opnås det nødvendige data-



grundlag for at efterprøve beregningsforudsætningerne og energiforbruget gennem hele projekteringsprocessen.

Reguleringen af behov og krav skal vurderes og målsættes i forhold til byggeriets samlede energiforbrug. Indeklimaet skal reguleres i forhold til Bygningsreglementets gældende bestemmelser eller til et højere niveau.

Ved renovering af eksisterende bygninger bør indeklimaet kortlægges for at afdække, om den eksisterende bygning fungerer hensigtsmæssigt optisk, atmosfærisk, termisk og akustisk for at fastsætte det nødvendige energiforbrug til bygningens indeklimaregulering.

Læs mere

Videncentrets guide om indeklima og komfort

www.byggeriogenergi.dk

Indeklimastandard 3033: www.ds.dk

Den energiansvarliges bidrag til at optimere processen bør være:

- At skabe overblik over fordeling af energiforbrug på energitjenester, indenfor og udenfor energirammen, og for eksterne leverancer

Ved renovering bør der være særligt fokus på at:

- Analysere reelt forbrug
- Foretage og vurdere målinger af luftstrømme og temperaturer
- Analysere tilstandsrapport og energiledelsesrapporter
- Analysere brugsmønstre
- Skabe overblik over eksisterende el- og fjernvarmemålere, deres opbygning og dækningsområde (hovedmålere og bimålere)
- Vurdere viden om eksisterende energiforbrug i forhold til eksisterende bygningsfysik, indeklime, funktion og anvendelse
- Vurdere eksisterende varme- og ventilationsinstallationer

Arkitektur og bygningsfysik

I en eksisterende bygningstype har råhusets konstruktive hovedprincip indflydelse på både, hvordan bygningens energi tilføres samt akkumuleres og afgives, og hvordan kræfter optages og udveksles i den arkitektoniske løsning ved energirenovering. Er det statiske hovedprincip en let konstruktion, kan det betyde, at der i en energirenovering skal være et særligt fokus på energioptimering af klimaskærmen.

Krav til indeklime og funktioner bestemmer energiforbruget

Energiforbruget i en bygning bestemmes af krav til indeklime og funktioner fx:

- Termisk komfort, om vinteren og sommeren og i overgangsperioder
- Temperaturer
- Luftkvalitet og indendørs forurening
- Visuel komfort, herunder dagslys og kunstlys
- Brugstid og brugsvaner
- Processer og udstyr
- Servere og IT-udstyr



Bæredygtighed har været et styrende tema for Ramboll Head Office. Computersimuleringer på akustik, temperatur, luftstrømninger og dagslysforhold har været med til at sikre optimale indeklimeforhold og lavt energiforbrug.

Fotograf: Morten Larsen.

Den energiansvarlige bør foretage vurdering af følgende forhold:

- Potentialet for energieffektivisering ved forskellige alternative løsninger
- Rådgivernes fotoregistrering og beskrivelse af eksisterende bygningers energimæssige potentiale
- Rådgivernes fortolkning af eventuelle fredningsbestemmelser og beskrivelse af bevaringsværdi
- Energimæssige potentialer i rådgivernes forslag til funktioner ved eksisterende forhold

Er det en tung konstruktion, kan der være energimæssige fordele ved at bruge konstruktionen til termisk lagring.

Derfor er det vigtigt at vide, hvilke renoveringsløsninger der er brugbare i den konkrete bygningstype, som byggeprojektet handler om.

Læs mere

Viden om og forslag til energirenovierung af kontorbygninger: www.energimål.dk

Energirenovierung af det murede byggeri fra 1920-1960: Find publikationer på Kuben Managements hjemmeside www.kubenman.dk

Analyse og udfordring af brugerkrav

Anvendelse, adfærd og kultur

Hvis en bygning ikke skal skifte funktion, er det relevant at se på anvendelsen af den eksisterende bygning og dens energiprofil. Har den eksisterende praksis eller disponering af bygningen resulteret i en uhensigtsmæssig energimæssig adfærd og anvendelse, og kan dette mønster ændres?

Allerede tidligt i en byggeproces bør man derfor beslutte, hvordan man fx kan registrere forbruget, så vigtige forbrugsdata kan bruges til brugermotivation.



Boligbebyggelsen på Østerbrogade 105 er nævnt i publikationen 2nd Chance som et eksempel på et arkitektonisk formsprog, der giver mulighed for både at optimere på arkitektur og energi på en gang ved hjælp af 'add-on'. Det vil sige, at arkitektoniske elementer, f.eks. karnapper, bygges på en eksisterende huskrop og samtidig giver mulighed for energioptimering af facader.

Den energiansvarlige bør:

- Afdække den eksisterende anvendelse og skabe et fælles grundlag for at vurdere potentialet for energieffektivisering, når de projekterende skal vælge mellem forskellige løsninger
- Anskueliggøre anvendelse, adfærd og kultur under eksisterende forhold i form af beskrivelser og diagrammer
- Analysere en eksisterende bygningens energimæssige ydeevne og effektivitet i forhold til erfaringstal (benchmarking)
- Udfordre brugernes krav og forventninger
- Lave et oplæg med informationer, der kan benyttes af kommende brugere eller byggherren til en adfærdsændrende indsats

Projektorganisation

Organisering af bygge- eller renoveringsproces

Forudsætningen for en vellykket bygge- eller renoveringsproces er, at alle parter, der indgår i designteamet, inddrages i en tæt og kreativ dialog for at finde de bedste helhedsløsninger. Det gælder også de personer, der skal idriftsætte byggeriet, drive, leve i eller bruge det samt opsamle erfaringer fra byggeriet og kommunikere om det.

Den energiansvarlige bør:

- Formulere og præcisere bygherrens ønsker og forventninger til konkret energieffektivisering, så de bliver operationelle for projektets parter

BYGHERRE

Bygherrens incitament kan være at minimere fremtidige driftsomkostninger, at sikre god gensalgsværdi for byggeriet, at overholde gældende lovgivning eller at gå endnu længere som et led i virksomhedens branding, firmakultur, langsigtede investeringsplan e.l. Bygherrens incitament kan have betydning for barrierer, muligheder og motivation for energioptimeringen.

Den energiansvarlige bør:

- Klarlægge forhold mellem bygherre og brugere, som har betydning for energieffektivisering af projektet - fx ved at afdække brugerbehov og -krav samt at konkretisere dem

BRUGERE

Brugerne af en bygning er ikke altid de samme som bygherren eller bygningsejerne. De kan være lejere, ansatte eller andre, der skal bruge bygningen, og der har indflydelse på, om energimålsætningerne holder i praksis.

Det giver fordele at involvere brugerne på et meget tidligt tidspunkt i processen, hvis de bliver i bygningen under en renovering, eller hvis de skal tilbage efter renovering. Hvis det ikke er tilfældet, kan man i stedet overveje, hvilke elementer der senere kan være åbne for brugerinddragelse.

Eventuelle huslejestigninger til gengæld for fremtidige lavere driftsomkostninger har også betydning for dialogen mellem bygningsejere og brugere.

DRIFTSPERSONALE

Energioptimeret drift er afgørende for, om en bygning lever op til byggeprogrammets målsætninger for drift.

Det er derfor vigtigt, at de personer, der skal drive bygningen efter projektets færdiggørelse, inddrages i processen allerede fra et tidligt tidspunkt.

Den energiansvarlige bør:

- Vurdere driftspersonalets færdigheder og efterspørge evt. nye kompetencer, så de nødvendige kompetencer er til stede i projektet
- Etablere et fælles afsæt for energioptimeringen gennem workshops med rådgivere, udførende og driftspersonale i de indledende faser af projektet
- Forberede og om nødvendigt uddanne driftspersonale



Projekt til Nordhavnsgården, København - fra publikationen "2nd Chance - bæredygtig energirenovering af det murede byggeri".

Den energiansvarlige bør medvirke til at:

- Sammensætte rådgiverteams for at sikre, at de nødvendige faglige kompetencer er til stede i projektet
- Gå i dialog med rådgiverteams, brugere og bygherre og herved etablere et fælles afsæt for energioptimeringen i projektet
- Facilitere og inspirere til integrerede designprocesser
- Evaluere, om de opstillede målsætninger opnås under projekteringen - fx ved at opstille krav til, hvordan rådgiverne dokumenterer energioptimeringen ud fra projektets overordnede energimålsætninger

RÅDGIVERE (arkitekter og ingeniører)

Energioptimering kræver tværgående, integreret projektering for at sikre, at alle rådgiverkompetencer er på banen i de tidlige faser, og at rådgiverne har kompetencer til at energioptimere byggeprojekterne i alle faser.

UDFØRENDE OG LEVERANDØRER

De udførende skal føre projektets energimål ud i virkeligheden. Nogle gange er de udførende ikke identificeret i byggeprogramfasen, og her skal forventningerne til byggeriets energieffektivitet konkretiseres tilstrækkeligt til at indgå i udbudsmaterialet. Andre gange vælges en udbudsform, der involverer de udførende tidligt i projektet.

Hvis der allerede i planlægningen bliver taget stilling til udbudsform og udbudsbetingelser, er det vigtigt at placere ansvaret for energioptimeringen og gøre de

konkrete krav og målsætninger tydelige. I alle udbudsformer er det vigtigt at udvise rettidig omhu ved at sikre og fastholde udførende og leverandørers ansvar for, at byggeprogrammets forudsætninger følges til dørs i byggeriets drift, så der ikke opstår overraskelser i forhold til energiforbruget.

Den energiansvarlige bør:

- Vurdere myndighedskrav og retningslinjer mv. og sikre, at det indarbejdes i projekt-materialet

MYNDIGHEDER

Det skal kortlægges, om der er særlige myndighedskrav, servitutter, lokalplaner eller kommuneplaner, der har betydning for det kommende projekt. Der kan også være krav i Bygningsreglementet til komponenter eller bygningsdele, eller krav om energimærkning af varmepumper, solceller og andre løsninger.

Projektets tidsplan

En afgørende forudsætning for at indfri projektets energimål er at tænke helhedsorienteret fra starten og dermed sikre sammenhæng mellem form, funktion, æstetik og energi. Her lægges grunden for en integreret designproces, hvor designets energiforbrug allerede fra programniveau simuleres løbende. På den måde er der fra de tidligste faser i designprocessen fokus på høj energieffektivitet og komfort til de lavest mulige omkostninger, set over bygningens samlede levetid.

Procesledelse med fokus på energioptimering skal prioriteres højt i tidsplanen for at opnå de ønskede resultater. Den skal give det bedst mulige afsæt for dels at sikre et integreret energidesign, dels at vælge den optimale udbudsform - begge dele med henblik på at energimålsætningerne kan opfyldes i driften. Det anbefales, at tidsplanen omfatter måling af og opfølgning på driftsforhold både 1 og 5 år efter aflevering.

Den energiansvarlige bør medvirke til at:

- Konkludere hvordan energieffektiviseringer bedst kan sikres i en given udbudsform af det færdige byggeri
- Definere krav til energiforhold allerede i denne tidlige fase, så der senere i forløbet er den nødvendige hjemmel i kontrakten til at kræve energiforhold belyst og dokumenteret
- Vurdere om de fornødne energikompetencer er til stede hos de bydende (fx via cv'er og organisationsdiagram)

Den energiansvarlige bør:

- Konkretisere tidsplanen for de aktiviteter, der vedrører energioptimeringen
- Synliggøre i tidsplanen, hvad og hvor meget de involverede forventes at bidrage til fælles koordinering på fx møder og workshops

IDE

I idefasen skal alle de gode, kreative, langsigtede og nytænkende ideer på bordet, så et optimalt byggeri kan udvikles. Der skal tænkes helhedsorienteret i materialer, formgivning, teknologi og økonomi fra dag 1, så bygningen ender med reelt at være energioptimeret.

Identifikation af indsatsområder

I idefasen udvikles byggeriets ide bedst i en integreret proces mellem bygherre, arkitekt og ingeniør med realitetsvurderinger og rentabilitetsberegninger til at prioritere indsatsen.

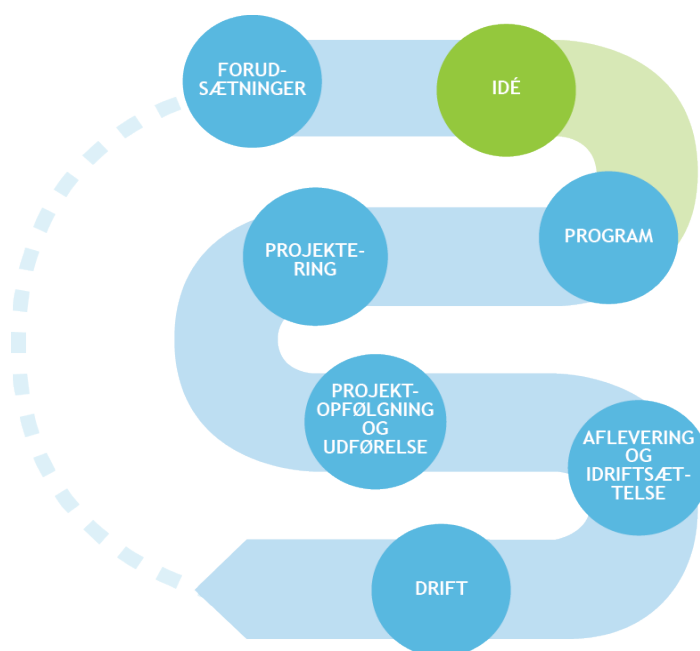
Det grundlæggende princip for energieffektivt byggeri er først og fremmest at udnytte selve bygningens design til at skabe det bedste mulige indeklima og energieffektivitet med et minimalt energiforbrug. Man udnytter herved bygningens passive, iboende egenskaber, knyttet til bygningens volumen og disposition.

De arkitektoniske valg af fx rumdisponering, materialer og lysindfald skal gennemtænkes og bruges i energioptimeringen. Dernæst suppleres i nødvendigt omfang med belysning, frisk luft, opvarmning og køling. Der skal tages hensyn til cyklussen for anvendelse af bygningen, herunder med hensyn til udsving i årstider og tidspunkter på døgnet.

Herefter kan de aktive tiltag disponeres, fx energioptimerede komponenter, installationer og vedvarende energi.

Realitetsvurdering

Energirenovering er ikke altid den bedste løsning, da nogle energiforbedringer har meget lang tilbagebetalingstid. I nogle tilfælde kan nedrivning og nybygning derfor være et reelt alternativ for at opnå en gevinst for både miljø, indeklima og arkitektur. Dette skal overvejes nøje som en del af ideen for det kommende projekt.



Den energiansvarlige bør, hvis renovering vælges, bidrage med at:

- Anlægge en samlet vurdering af bygningens energieffektivitet med afsæt i den eksisterende bygnings arkitektur, fysik, funktioner, adfærd og anvendelse, energiforbrug og indeklimaforhold
- Sætte denne vurdering i forhold til potentialerne for et lavere energiforbrug i det fremtidige byggeri
- Levere input til at realitetsvurdere projektets ide gennem programfasen, implementere energioptimering på principielt niveau i projektet samt udfordre ideen på energiområdet
- I videst muligt omfang etablere et overblik over både eksisterende og fremtidige energiforhold

Læs mere

Læs om de særlige forhold, der knytter sig til renovering i Hvidbog om Renovering, som findes på hjemmesiden for Grundejernes Investeringsfond - www.gi.dk

Investering og rentabilitet

Fra begyndelsen af processen bør der anvendes et beslutningsværktøj, der kan sætte meromkostninger for energitiltag i forhold til energibesparelser i driften. Det synliggør, om energitiltagene er en god forretning for ejer, lejer og bruger. Energiltagets levetid bør altid indgå i modellen, og et godt udgangspunkt kan således være totaløkonomiberegninger.

Den energiansvarlige bør medvirke til at:

- Vurdere projektets rentabilitet - fx en vurdering af om projektets økonomiske beregninger og forudsætninger hænger sammen med projektets ide



Viborgs nye miljø-og energigivende rådhus tjener sig selv hjem i løbet af otte år takket være fokus på energi.

Fotograf: Thorbjørn Hansen, Kontraframe

PROGRAM

Er det kWh, CO₂ eller indeklima, der er det afgørende parameter? Programmet identificerer og prioriterer indsatsområderne som oplæg til den indledende dialog med rådgiverne.

Beslutningerne i de tidlige faser af byggeprocessen er afgørende for forløbet frem mod byggeriets udførelse. Programfasen fastlægger en række vigtige bygherres beslutninger om fx brugerbehov, finansiering, organisering, udbud og driftsstrategi. Programfasen skal kvalificere ide og materiale, så der er et solidt grundlag for organisering, struktur, udførelse, aflevering og drift.

I programfasen skal der også fastlægges en styringsmodel, som præciserer bevillingsprocedurer og beslutningsorganer. Desuden skal der laves en plan for kommunikation mellem alle parter, ligesom samarbejds- og udbudsformer fastlægges.

Sammen med niveauer for investering (budget), arkitektonisk kvalitet, funktionalitet, miljø og bæredygtighed bliver byggeriets forudsætninger konsolideret og kan udmøntes i konkurrence- eller byggeprogrammet.

Oplæg til prioriteret indsats

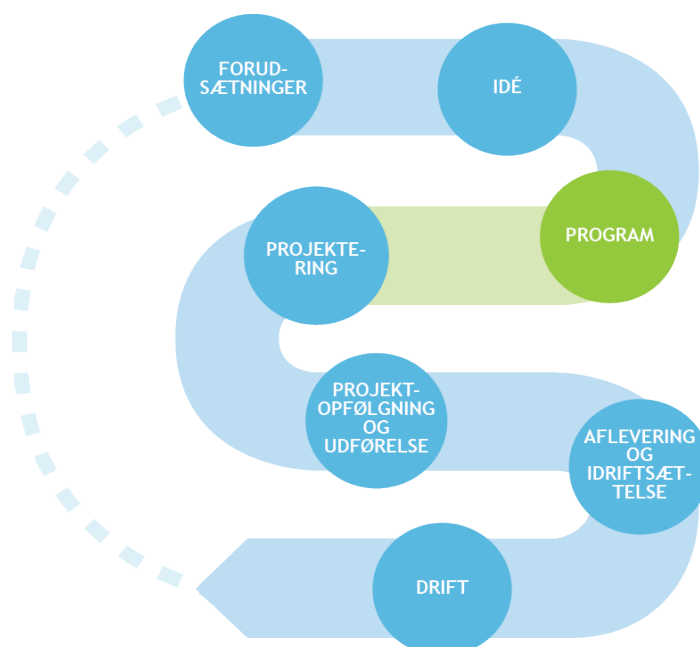
Programmet for det kommende projekt er ideelt set udtryk for en prioritering ud fra ideens indhold på projektets givne forudsætninger. Det redegør for de mål, som projektet har på alle områder, herunder energifektivitet.

Programmet kan få stor betydning for de løsninger, der vælges i projekteringsfasen, idet det er det fælles grundlag for projekteringen og angiver principperne for energioptimering, fx lavenergiramme, totaløkonomi eller CO₂-neutralitet. Det beskriver også den fremtidige drift, herunder definerede brugstider, samt eventuel fleksibilitet i anvendelse for bygningen og dens installationer.

Præcisering af krav til ydeevne

Arkitektur, bygningsfysik og konstruktion

Det første og største skridt på vejen til energieffektivt byggeri er selve designet af råhuset. De mest varige,



billigste og største energibesparelser får man, når bygningen er placeret og indrettet hensigtsmæssigt fra starten. Det gælder bygningens orientering, åbninger i facaderne, muligheder for dagslys, rumhøjder, termisk masse, installationernes opbygning og opvarmningsform, herunder varmekilde og intern varme- eller kølebelastning fra bygningens fremtidige funktioner. Derfor er det helt afgørende, at programmet stiller de rigtige krav om at udnytte bygningens egenskaber så energioptimalt som muligt.

Den energiansvarlige bør:

- Optimere processen ved at kravspecifcere programmets energikrav til rådgiverne/leveranceteamet
- Vurdere potentialet for energieffektivisering ved forskellige alternative løsninger
- Estimere fremtidige og hensigtsmæssige brugsmønstre
- Sikre fleksibilitet i arealudlæg i forhold til en fremtidig opdeling af ejendommen (fx ved ændring af udlejning i private ejendomme)

I eksisterende bygninger er rammerne stort set lagt fast. Her gælder det i højere grad om at energioptimere den eksisterende bygning med respekt for den givne arkitektur, fx ved forbedring af klimaskærm, tag og fundamenter.

Løbende simulering

Beregninger af energiforbrug til indeklimaregulering kan blive skævvredet, hvis optimering af energirammen sker uden at tage hensyn til den faktiske anvendelse af bygningen.

Programmet bør derfor påpege, hvordan der i projekteringen kan foretages løbende energisimulering. Herunder hvilke beregninger der skal gennemføres, samt hvordan og hvor hyppigt beregningerne skal opdateres i takt med projekteringsens detaljeringsniveau.

Desuden er det vigtigt at tage stilling til mulighederne for at følge op på energiforbruget, når bygningen er i drift, fordi det har afgørende indflydelse på valg og opbygning af installationer.

450 boliger i Gyldenrisparken på Amager renoveres og opgraderes til moderne, attraktive og tidssvarende lejligheder. Et nyt arkitektonisk udtryk og variation opnås sammen med energioptimering gennem ventilation, isolering, ny klimaskærm, energimåling og lavenergiruder. Arkitekter er WITRAZ Arkitekter.

Den energiansvarlige bør:

- Vurdere potentialer for energieffektivisering ved forskellige løsninger
- Definere, hvilke simuleringer og beregninger der skal gennemføres i projekteringen for at sikre konsistens mellem beregnet og faktisk energiforbrug
- Sikre at beregninger foretages og synliggøres i beregningerne på baggrund af forudsætninger om anvendelse
- Så vidt muligt inddrage bygningens fremtidige funktioner og evt. historiske data

Ved renovering skal den eksisterende bygnings anvendelse sættes i forhold til den fremtidige anvendelse for at give et retvisende billede af bygningens fremtidige energieffektivitet.

Den energiansvarliges bidrag til at optimere processen bør fx være:

- Beskrivelse og diagrammer til at vise funktioner, brug og drift under fremtidige forhold
- Vurdere beregninger af fremtidigt energiforbrug til indeklimaregulering, herunder tage højde for bygningsfysik, klimaskærm, funktioner og anvendelse
- Præcisering af krav til bygningens energimæssige ydeevne
- Løbende feedback til bygherren i programfasen - i forhold til evt. beslutningsmæssige ændringer



PROJEKTERING

Vær realistisk i projekteringsfasen, så byggeriets energiramme ikke senere hen skal reddes med fx solceller, fordi komponenter og konstruktioner er vurderet for optimistisk.

Projekteringen samler forudsætninger, ide og program til en beskrivelse af det konkrete byggeri. Projekteringen består af forslagsfasen og projekteringsfasen, og munder ud i et hovedprojekt eller udbud.

Forslagsfasen: Præcisering af krav til monitorering

SKITSEFORSLAG, DISPOSITIONSFORSLAG
OG PROJEKTFORSLAG

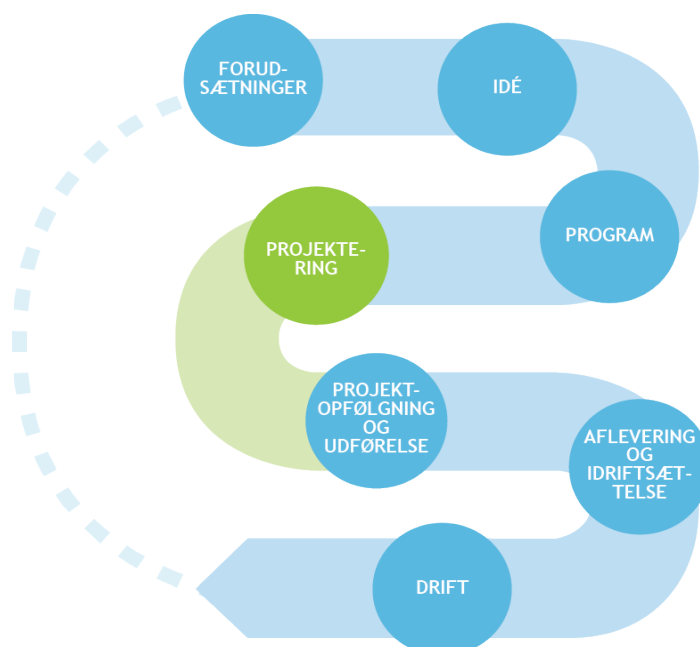
Forslagsfasen omfatter skitseforslag, dispositionsforslag og projektforslag.

- Skitseforslaget er et bud på byggeriets hovedanslag. Allerede her tages afgørende beslutninger for bygningens fremtidige energiforbrug.
- Dispositionsforslaget indeholder en beskrivelse af forslagens forudsætninger, den arkitektoniske idé, brugerfunktioner, principielle energiforhold og forslag til overordnet materialevalg, samt principper for konstruktion, installationer og monitorering i driften - herunder samspillet med årstider og mellem de forskellige dele af bygningen. Hvis byggeriet skal udføres i en totalentreprise, stopper rådgivernes ydelser som regel med dispositionsforslaget.
- Projektforslaget udgør bygherrens beslutningsgrundlag. Det har betydning for bygningens æstetik, energiegenskaber, funktion, drift og vedligeholdelse samt for den tekniske løsning, økonomi og finansiering.

Projekteringsfasen: Kvalitetssikring og opfølgning

FORPROJEKT OG HOVEDPROJEKT

Projektfasen omfatter to hovedforløb: Forprojekt og hovedprojektet.



- Forprojektet, som også kan kaldes myndighedsprojektet, er en viderebearbejdning af det godkendte projektforslag, og danner grundlag for myndigheds-godkendelse, herunder energiramme.
- Hovedprojektet fastlægger opgaven entydigt med en sådan detaljeringsgrad, at det kan danne grundlag for endelig afklaring af entrepriseform og byggetilladelsens betingelser. Desuden er det grundlaget for udbud, kontrahering og udførelse. Hovedprojektet omfatter dokumentfortegnelse, byggesagsbeskrivelse, arbejdsbeskrivelse, tegninger, tidsplaner, kvalitetssikring, opfølgning og tilbudsliste, inkl. forhold omkring energi. Her opstilles krav til de udførendes aflevering af drifts- og vedligeholdelsesvejledninger mv., herunder energiforhold.

Ved overgangen mellem de forskellige delfaser kan organisationen og de involverede parter roller ændre sig. Alle nødvendige undersøgelser for den videre projektering skal være afsluttede efter forslagsfasen.



Den energiansvarlige bør igennem projekterings faser:

- Drive og facilitere integrerede og tværfaglige delfaser
- Synliggøre projektets energimålsætninger i hver af delfaserne
- Sikre at der tages grundig stilling til, hvordan ansvaret for bygningens energiforbrug bedst varetages gennem projekterings faser, bl.a. med hensyn til tæthed, driftsforhold og valg af teknologi
- Specificere hvilke undersøgelser og hvilken dokumentation, der skal gennemføres i udførelsen for at sikre energieffektiviteten (fx blower door test)
- Sikre et tilstrækkeligt antal delmålere på etager, afdelingsniveau e.l. til at kunne følge op på energiforbrug i drift
- Sikre at de godkendte energimæssige aspekter fastholdes fra fase til fase
- Sikre at processen kan organiseres, og at der stilles krav i udbudsmaterialerne og i de indgåede kontrakter på en sådan måde, at parterne bevarer motivationen til at leve op til projektets energimålsætninger uanset udbudsform og entrepriseopdeling

Projekt til Hammershusvej - fra publikationen "2nd Chance - bæredygtig energirenovering af det murede byggeri"

Hvis organiseringen af de involverede parter og deres forpligtelser ændrer sig fra en af byggeriets delfaser til den næste, er synliggørelsen af projektets energimålsætninger i hver delfase et særlig vigtigt punkt.

Den energiansvarliges bidrag bør her være:

- Udarbejdelse af en konkretiseret liste med tiltag til videre bearbejdning ved faseskift
- Granskning af forslaget mellem faserne og proaktiv formidling af konklusioner til bygherre og rådgivere ved faseskift
- Planlægning af efterfølgende fasers aktiviteter

PROJEKTOPFØLGNING OG UDFØRELSE

Når projektet overgår fra papir/BIM til byggeplads, er det vigtigt at være vågen og undgå beslutninger om energiforhold, som man senere fortryder.

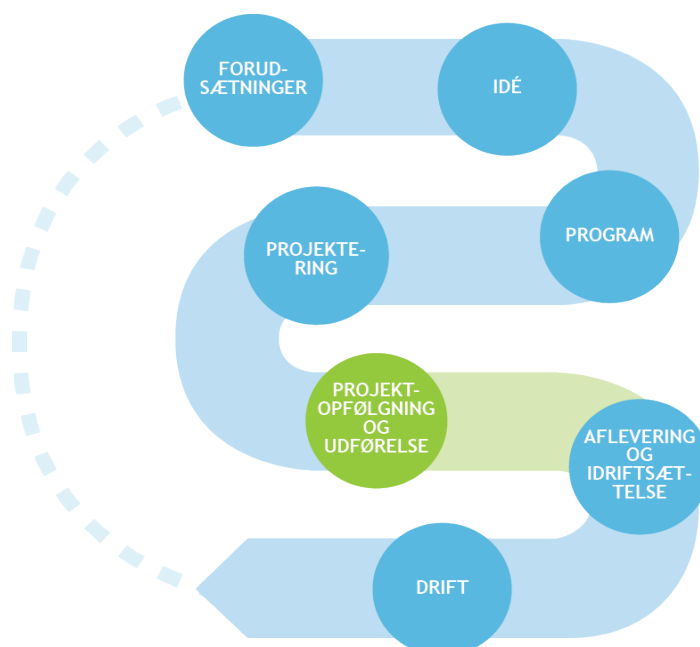
Konkrete priser på det projekterede og praktiske muligheder forskubber ofte energimålene med risiko for, at det medfører hovsa-løsninger, som i det lange løb er fordyrende og øger energiforbruget. Løbende og realistisk projektopfølgning er måden at forebygge disse faldgruber på, ikke mindst ved ændringer af projektet. Dermed kan det undgås, at der fx vælges en billig solafskærmning, som ikke kan bruges, når det blæser, og som derfor medfører kølebehov.

Kontrol af detaljløsninger før realisering

Projektopfølgning foregår i udførelsen og giver en kontrol af projektets detaljløsninger op til realisering. I overgangen fra teori til praksis bliver projektet nemlig typisk præciseret og ændret. Det kan påvirke projektgrundlaget og give en uforudsigelig udførelse. Erfaringsmæssigt går det ofte ud over kvaliteten af energitiltagene.

Den energiansvarlige bør:

- Fastholde fokus på energioptimering og målsætninger gennem byggefasen
- Bruge dokumentation af de valgte løsninger fra de tidligere faser til at synliggøre de driftmæssige konsekvenser af at frafalde tidligere stillede krav
- Sikre fokus på energiforbrug på byggepladsen
- Foretage granskning af projektmateriale efter projektopfølgning og før byggestart
- Give bygherren feedback ved væsentlige ændringer, der har energimæssige konsekvenser
- Løbende dokumentere evt. konsekvenser for driften som følge af ændringer - i forhold til de tidligere opsatte målsætninger
- Sikre løbende dialog med de udførende og bygherre i relation til samarbejds- og entreprisform



Det kan også ske, at det energiforbrugende udstyr og løsninger fra underleverandører (fx hårde hvidevarer, belysning, ventilation, køling og eventuelt procesudstyr) antages at være energioptimale, men i realiteten ikke er det.



Marstal Powerplant - solpaneler på Ærø.

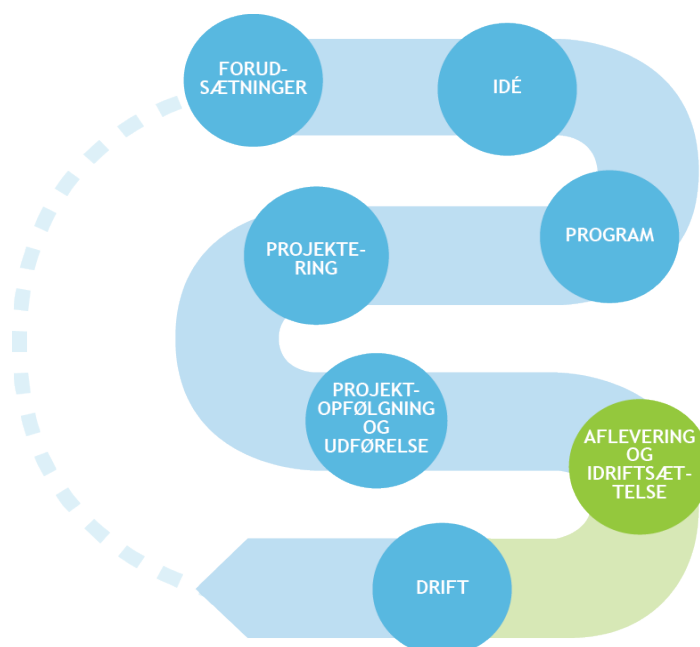
AFLEVERING OG IDRIFTSÆTTELSE

Idriftsættelse og indregulering er afgørende for at sikre, at bygninger i praksis opnår den projekterede energieffektivitet.

Indkørings- og vedligeholdelsesplaner

Bygninger er i dag udstyret med en bred vifte af tekniske installationer til at sikre et godt indeklima og styre energiforbruget. Mange af disse installationer er indbyrdes afhængige af hinanden. Det kræver derfor indsigt i flere specialer at specificere, idriftsætte og indregulere de tekniske anlæg, så de fungerer optimalt og minimerer energiforbrug. Systematisk indregulering skal sikre, at drift, vedligehold og energiforbrug kan styres langvarigt og effektivt.

Det er langt fra sikkert, at driftspersonalet har den nødvendige indsigt i energioptimal drift af de tekniske installationer, når de udførende og leverandørerne afleverer byggeriet. Det kræver en særlig indsats i overgangen fra aflevering til drift. Det er meget vigtigt at lægge kræfter i ordentlig instruktion og uddannelse, så det sikres, at personalet forstår tankerne bag anlægget.



Den energiansvarlige bør:

- Sikre konsistens i krav til energieffektivitet fra projekt til bygning og fra leverandør til driftspersonale
- Levere input til driftsmanualer og anvisninger og kommunikere indholdet
- Sikre at indregulering med efterfølgende justeringer og driftsmæssig energioptimering gennemføres inden for de første år efter ibrugtagning
- Gennemgå dokumentation for indregulering og følge op på det. Alternativt rette dokumentation til faktiske forhold
- Opdatere brugerkrav løbende og tilpasse indregulering, driftsmanualer og anvisninger, ved ændringer, forsøg og indkøb af nyt udstyr
- Vejlede på stedet (ved anlæg/rør mm)
- Undervise driftspersonale



Bispeparken, København - fra publikationen "Arkitektur & Energirenovering - det murede etagebyggeri fra 1920 til 1960".

DRIFT OG ENERGILEDELSE

Måling og monitorering er en god investering, der kan sikre muligheden for energieffektiv drift og fortsat energioptimering gennem bygningens levetid.

Status for realiserede besparelser, erfaringsopsamling og erfaringsdeling

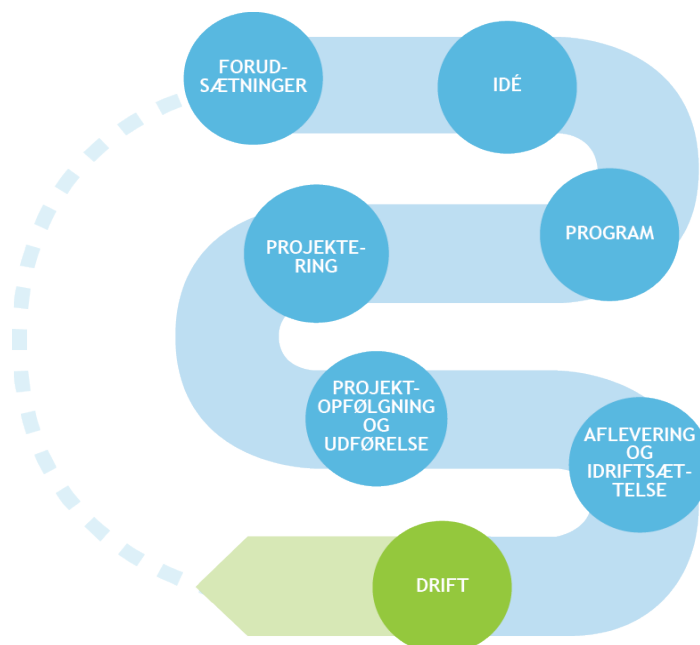
For at indfri energimål og få overensstemmelse mellem bygningens beregnede og faktiske energiforbrug er det afgørende, at projektets forudsætninger om adfærd, anvendelse og optimering holder stik i drift og vedligeholdelse.

Effektivering og opfølgning i driften

Det er væsentligt, at driftspersonalet har indsigt i og føler ejerskab til bygningens drift for drive den så energieffektivt som muligt i samarbejde med brugerne. Driftspersonalet skal forstå, hvilke parametre der i særlig grad har indflydelse på bygningens energiforbrug. Erfaringer med drift af bygningen skal samles op og kommunikeres med henblik på stadig energioptimering.

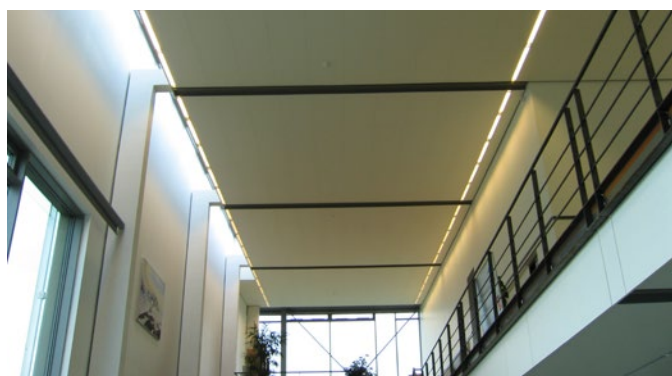
Læs mere

Se guide fra Videncentrets guide om energieffektiv drift og vedligehold www.byggerienergi.dk



Den energiansvarlige bør medvirke til at:

- Sikre konsistens i håndteringen af energikravene i driftsperioden
- Bidrage til driftsvejledning
- Synliggøre bygningens energiforbrug
- Sikre klar kommunikation af driftsforhold til driftspersonale og brugere
- Sikre coaching af driftspersonale og brugere
- Deltage i monitorering af energital/energiforbrug
- Erfaringsopsamling af og videndeling om driftsforhold
- Løbende sikre passende indregulering i forhold til nyindkøb af fx teknologi, apparater og opstillinger, der kan kræve ændringer i forsyning og dermed ændringer i energiforbrug
- Løbende vurdere daglig praksis og adfærd og ændringer heri, der kan have betydning for energiforbruget, med henblik på passende tilpasning og indregulering



Naturlig ventilation og gode dagslysforhold, Rockwool Research Center.



Miljørigtig projektering, Daginstitutionen Stenurten, Nørrebro, København

YDERLIGERE INFORMATION

En række aktører har ydet en stor indsats med gennemlæsning og kommentering undervejs i processen med at skrive guiden:

- Medlemmer af Bygherreforeningens Energi- og Miljøudvalg: Bente Damsgaard Sejersen, Århus Kommune, Liv Kartvedt Lyskjær, Byggestyrelsen, Jørgen Søndermark, Realdania BYG, Jane G. Hansen, Lejerbo, Alaedin Seyed, Byggestyrelsen
- Arkitekt MAA Hanne Ullum, Udviklingschef, Bygherreforeningen
- Arkitekt MAA Graves Simonsen, Projektchef, Bygherreforeningen
- Arkitekt MAA Signe Kongebro, Associeret Partner og Bæredygtighedsansvarlig, Henning Larsen Architects
- Arkitekt MAA Thomas Nørgaard, Projektchef, CCO Arkitekter
- Ingeniør Niels Radisch, Rambøll
- Ingeniør Marianne Fox, Fagleder Bæredygtigt Byggeri, COWI
- Ingeniør Karsten Ingerslev Jensen, Seniorfagleder, COWI
- Ingeniør Henrik Sørensen, Teknisk Direktør, Steensen Varming

Videncenter for energibesparelser i bygninger takker for bidrag og den investerede tid.

Information om energiløsninger og div. guides
www.byggeriogenergi.dk

Information om energibevidst projektering mm.
www.energiledelse.com

Information om bæredygtighed mm.
www.danskeark.dk

Eller kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger.

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål. Eller gå ind på hjemmesiden:
www.byggeriogenergi.dk



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Om Videncenter for energibesparelser i bygninger

Videncenter for energibesparelser i bygninger - VEB - samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Videncenter for energibesparelser i bygninger er etableret som led i den energipolitiske aftale fra februar 2008.

Vores logo - huset i flotte farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for
energibesparelser i bygninger