

Anbefalinger til design af lavenergihuse

***Super* lavenergihuse uden problemer**

-klimaskærm, installationer og indeklima



PSO projekt nr.: 344-065

Ekolab
UCN, act2learn
Bjerg Arkitektur
Nilan
Develco



bjerg arkitektur a/s



Marts 2014



Forsidebillede: Sunshine House - Årstiderne Arkitekter

Anbefalinger til design af lavenergihuse

Nedenstående anbefalinger er uddrag af rapporten "Superlavenergihuse uden problemer - klimaskærm, installationer og indeklima" Ekolab m.fl. marts 2014. Rapporten giver praktiske anvisninger på nogle af de problemer, man kan komme ud for specielt ved superlavenergihuse. For begrundelser for anbefalingerne henvises til rapporten, som kan downloades på www.superlavenergihuse.info.

1	Husets betjening	2
2	Beregningsprogram	2
3	Kompakt design	3
4	Termisk masse	3
5	Isolering	3
6	Kuldebroer	4
7	Vinduesarealer og disponering	4
8	Vinduesprodukter	5
9	Solafskærmning	5
10	Lufttæthed	6
11	Ventilation	7
12	Sommertemperatur i kritiske rum	8
13	Installeret effekt	9
14	Effekt i kritiske rum	9
15	Effekt og termisk differentiering	10
16	Installationer	10
17	Køling	11
18	Projektgennemførelse	12
19	Smart grid og synergier	13

1 Husets betjening

- Overvej nøje, at husets funktion ikke kolliderer med beboernes ønsker. En solafskærmning, der lukker for en god udsigt eller åbner op for naboindsigt, risikerer ikke at blive brugt som forudset.
 - Indfør automatisk styring, hvor det kan forenkle brugerens betjening samtidigt med at den understøtter brugernes ønske. F. eks. et ønske om højere eller lavere temperatur i et rum eller forøget ventilation i en periode.
 - Vær opmærksom på, at betjening og styring ikke kolliderer med beboernes intuitive forståelse af systemet.
 - Sørg for grundigt og pædagogisk instruktionsmateriale vedrørende husets funktion og betjening. Herunder at beboeren får en forståelse af, hvad der er vigtigt og mindre vigtigt i forhold til energiforbruget og i forhold til indeklimaet.
 - Sørg for at nødvendig vedligehold af installationer holdes på et minimum (f.eks. udskiftning af luftfiltre og omskiftning af ventilation fra sommer til vinter m.m.), samt er nøje forklaret og nemt at komme til.
 - Indfør gerne visning af forskellige energiforbrug og forhold i huset, som kan anspore beboeren til at forbedre sine vaner i forhold til at opnå yderligere energibesparelser.
-

2 Beregningsprogram

- For dansk energimærkning skal beregningen udføres i Be10.
- Hvis man arbejder i Be10, skal man imidlertid være opmærksom på, at energimærkningsforudsætningerne f.eks. vedr. gratisvarme, indetemperatur m.m. ofte vil føre til, at det beregnede energibehov er for lavt, i forhold til det der kan forventes.
- For vurdering af indeklimaet er det erfaringerne, at indeklimasimuleringer i Bsim bliver mere og mere nødvendige. Hvis det vurderes at forholdene ikke er kritiske, f.eks. hvis der er mulighed for at etablere stor naturlig ventilation eller efterfølgende god solafskærmning, kan der arbejdes i Be10 eller PHPP.
- Bemærk dog, at ved klasse 2015 og 2020 skal indeklimaforhold dokumenteres. For boliger kan det ske ved simplificeret beregning af kritiske rum med Be10, men ellers skal det termiske indeklima simuleres f.eks. med Be10.

- Hvis der er krav om passivhuscertificering anbefales det at arbejde i PHPP, og der må så overføres data fra PHPP til Be10 i forbindelse med dansk energimærkning.
- Man kan overveje at arbejde i PHPP, selvom der ikke er krav om passivhuscertificering ud fra den betragtning, at PHPP er valideret i forhold til lavenergihuse samt er målrettet lavenergihuse. PHPP har flere faciliteter end Be10 f.eks. til at bestemme naturlig sommerventilation, til at bestemme varmetilskud fra apparater m.m.

3 Kompakt design

- Kompakt design er meget væsentligt for at opnå lave energiforbrug. Dermed være ikke sagt, at lavenergihuse ikke kan opføres med større arkitektonisk frihed. Det større varmetab som følge af den forøgede overflade må imidlertid kompenseres med andre tiltag.

4 Termisk masse

- Termisk masse kan udjævne temperatursvingninger og nedsætte energibehovet en smule.
- Termisk masse afhjælper ikke problemer i huse, hvor der tilføres for meget energi (solindfald) i forhold til hvad der kan bortskaffes (natventilation).
- Overophedning skal løses ved solafskærmning og ventilation og ikke ved termisk masse.
- Vær opmærksom på at husets genopvarmningstid er længere ved større termisk masse.

5 Isolering

- Tykke vægge kan udnyttes arkitektonisk, f.eks. til siddevinduesnicher.
 - Ved tykke vægge giver færre større vinduer mere lys i rummet end flere små vinduer.
 - Den samlede vægtykkelse kan reduceres ved at benytte lette konstruktioner.
 - Vægtykkelsen kan reduceres ved at benytte nye mere effektive isoleringsmaterialer end den traditionelle mineraluld (men indtil videre er de nye materialer ofte dyrere)
-

6 Kuldebroer

- I princippet tegnes huset således, at der i alle tænkelige snit overalt er ubrudt isolering mellem ude og inde.
 - Vær opmærksom på vinduets indbygning.
 - Lær af allerede udformede konstruktionsdetaljer.
 - Hvis man er i tvivl må kuldebroen beregnes med et flerdimensionelt beregningsprogram som f.eks. Therm eller HEAT
-

7 Vinduesarealer og disponering

- Vinduernes egenskaber, areal og placering har stor betydning for energiforbruget og evnen til at overholde en energiramme samt for indeklimaet. Vinduerne skal derfor disponeres nøje allerede fra starten af projektet, og konsekvensen af ændringer skal undersøges med det samme.
- Indenfor visse grænser (svarende til normal praksis for andre huse) kan lavenergihuse udformes med større eller mindre samlede vinduesarealer.
- Anvend få store vinduer frem for mange små, det giver bedre energibalance og det får væggene til at synes slankere.
- Større arealer mod syd og mindre mod nord giver mindre energiforbrug, men store sydvendte glasfacader kan nemt føre til overophedningsproblemer, selvom der foretages effektiv solafskærmning.
- Vinduer har varierende kvaliteter i forhold til deres orientering mod verdenshjørnerne. Behagelige lysforhold opnås, når der anvendes en balanceret fordeling af vinduesarealer efter orientering.
- Lysindfald gennem østvendte vinduer har en god indflydelse på regulering af døgnrytmen hos mennesker, og bevirker en energibesparelse ved at varmeanlæggets drift stoppes tidligere på dagen.
- Vinduer mod øst og vest kan dog være vanskeligere at solafskærme med tagudhæng, da solen står lavere i de to retninger.
- Højtstående vinduer giver dagslys dybere ind i rummet.
- Vinduer placeret tæt på en lys væg giver bedre dagslystilførsel end vinduer uden tilstødende vægge.

- Moderne 3-lags lavenergivinduer er i dag så gode, så det anbefales at undgå tidligere tiders lavenergihuse med små vinduer og dårlige dagslysforhold eller huse med store sydvendte glasfacader. I stedet bør vinduerne i højere grad disponeres efter, at der kan sikres et behageligt indeklima og gode dagslysforhold.

8 Vinduesprodukter

- Det er normalt nødvendigt at benytte supereffektive (3-lags)lavenergivinduer med lav u-værdi og god soltransmittans.
- Der kan være en sammenhæng således at vinduer med god u-værdi har lavere soltransmittans(g-værdi) og vinduer med god soltransmittans(g-værdi) har dårligere u-værdi.
- Den gode u-værdi er vigtigst på nordvendte ruder, medens den gode soltransmittans er vigtigst på sydvendte ruder. Det kan derfor være en god ide, at benytte forskellige ruder afhængigt af orientering.
- Vinduerne bør nøje udvælges til projektet, da der er meget store forskelle på den energimæssige ydeevne fra de bedste til de dårligste A-mærkede vinduer.

9 Solafskærmning

- Vær opmærksom på at superlavenergihuse kan overophedes på solrige dage hele året.
- Indarbejd solafskærmning i bygningens design.
- Ved de sydvendte vinduer skal der udføres passende solafskærmning f.eks. i form af tagudhæng.
- Bevægelig udvendig solafskærmning med automatik giver flest fordele, hvis den ikke går på tværs af beboernes ønsker i forhold til udsyn/indkig, men er oftest dyrest.
- Vindfølsomme solafskærmninger kan være ineffektive på vindudsatte lokationer.
- Mørke gardiner er kun effektive mod uønsket direkte solstråling.
- Der henvises til bl.a. Indeklimahåndbogen for data vedrørende effektiviteten af forskellige solafskærmningstyper.
- Undgå skygger i træer og bygninger mod syd eller skab afstand til disse.
- Høje træer tæt på en bygning kan give skygge som et tagudhæng, og også modvirke opvarmning af tag-/loftsrum.

- Det kan ofte være nødvendigt at udføre dynamisk simulering f.eks. med Bsim til verifikation af, at solafskærmningen er tilstrækkelig.

10 Lufttæthed

- Planlæg et enkelt og entydigt tæthedsplan. Planlæg så vidt muligt at installationer føres inden for tæthedsplanet.
- Overvej sammenbygningen mellem alle konstruktionsdele. Det kan ikke påregnes at bygningsdele, der blot er sammenklemte, sammenstøbte, sammenmurede opnår tæthed.
- Anvend gennemføringsmanchetter for alle gennemføringer i dampspærre.
- Terrændæk og dækskonstruktioner med rørgennemføringer tilstøbes eller forsegles med fleksibel tætningsmasse.
- Der kan opnås tætte konstruktioner med murværk som tæthedsplan, men det kræver dog, at der som den indvendige overflade som minimum tyndpudses(vandskures) på samtlige indvendige overflader også bag skabe mv.
- Sammenbygningen mellem ydervæg og gulv kan ofte være utæt pga. ujævne overflader, støv, ufleksible materialer og randisolering. Tætning af denne detalje kan eksempelvis sikres med en fleksibel armeret membran, smøremembran eller særlige rembånd, der kan tætte små spalter/sprækker. God tæthed ved gulv/væg giver yderligere den fordel at risiko for Radonindtrængning reduceres væsentligt.
- Dampspærre i lofter og dennes samling med ydervægge kan med fordel udføres med dobbelt tætning eller som en klemt fugesamling. Det kan dog være vanskeligt at udføre en effektiv klemt fugesamling.
- Der kan opnås gode resultater med mange forskellige dampspærretyper, men det kan være lettere at sikre et godt resultat, med dampspærretyper som ikke folder når de strækkes.
- Ved hjørnesamlinger kan der opnås god tæthed ved anvendelse af fabriksfremstillede dampspærrehjørner, men der kan også opnås gode resultater ved anvendelse af foldeteknikker og fleksible tapetyper.
- Foretag så vidt muligt en blowerdoorundersøgelse på et tidspunkt, hvor tæthedsplanet er etableret, men inden den indvendige montage af gulve, lofter og vægbeklædninger. Konstaterede utætheder kan herved udbedres uden væsentlige merudgifter. Da der ved en blowerdoortest forekommer et over/undertryk op til ca. 75 Pa, altså svarende til trykket fra en ca. 7,5 kg tung genstand, er det vigtigt at dampspærren er fastholdt inden tryksætning af bygningen.

- Blowerdoorundersøgelse bør altid foretages når udetemperaturen er nogle grader lavere end inde, da det herved er muligt at identificere utætheder ved brug af undertryk og termografi. Når der etableres undertryk, vil kold udeluft afsløre utætheder på grund af lokal afkøling, som herved kan afsløres med et varmfølsomt termografikamera.

11 Ventilation

- Etabler gode muligheder for at skabe naturlig ventilation. Dette giver brugerne en mulighed for en relativ hurtig finjustering af den indvendige temperatur i varme perioder.
- Etabler naturlig ventilation, som kan anvendes både i dags- og nattetimer i varme perioder som supplement til den mekaniske ventilation. Kombinationen er sammen med god solafskærmning en effektiv løsning til at skabe et godt termisk indeklima.
- Foretag en tidlig disponering af plads til ventilationsanlæggets layout for at sikre mulighed for lyddæmpning og lave tryktab.
- Som hovedregel foretages indblæsning i de mindst belastede rum (soveværelser, opholdsrum m.m.) og udsugning i de mest belastede rum (køkken og badeværelse).
- Det kan overvejes, i perioder at gøre det muligt at flytte en del af indblæsningen til de rum, hvor brugerne pt. opholder sig. F.eks. til soveværelserne om natten. Sidstnævnte vil medvirke til en bedre luftkvalitet og til at den forøgede lidt køligere indblæsningsluft er med til at sænke temperaturen i soveværelset.
- I bygningsreglementet er det et krav at temperaturen skal kunne reguleres individuelt i hvert rum, og 2020 byggeri må ikke opvarmes udelukkende ved luftvarme. Centrale luftvarmeanlæg der opvarmer hele huset er således ikke mulige. Basisvarme, som f.eks. luftvarme fra en kompaktunit kan dog tilføres uden differentiering mellem rum, så længe mindre individuelle varmekilder i de enkelte rum giver mulighed for en væsentlig differentiering af temperaturen.
- Placer ikke ventilationsaggregater i opholdsrum og langt fra soverum. I forceret driftstilstand larmer de fleste aggregater.
- Anvend støjdæmpede løsninger ved luftovergange mellem rum på samme måde som kanalsystemet er lyddæmpet for at undgå "telefoneffekt". Undgå trækgener ved at placere indblæsningsventiler på afstand af opholdszoner.
- Anvend emhætte tilsluttet ventilationsanlægget. I tætte huse er der ved afkast direkte til det fri. risiko for dårligt virkende emhætte og komplikationer i forhold til bioovne, medmindre der også etableres luftindtag til emhætten fra det fri.
- Der er gode erfaringer med emhætter med recirkulation af luft via kulfilter. Dette er ikke tilladt i bygningsreglementet, men der er i flere tilfælde opnået dispensation.

12 Sommertemperatur i kritiske rum

- Mulighed for at styre rumtemperaturen i varme sommerperioder påvirkes af en række faktorer: vinduesareal, vinduesorientering, skygger, solafskærmning, ventilationsløsning, udluftningsmuligheder, naturlig ventilation, hybrid ventilation og termisk masse. Mange af faktorerne låses tidligt i designfasen og konsekvensvurderinger for sommertemperaturen i kritiske rum bør derfor indgå fra begyndelsen.
- Energiberegningsprogrammet Be10 ver. 7 kan anvendes til en simpel og meget hurtig vurdering af, om der vil være problemer med høje temperaturer i kritiske rum. Beregningsgangen er simpel og undersøgelsen af et rum tager under 5 min. når først energiberegningen er lavet.
- I større bygninger med komplekse sammenhænge mellem brugsmønstre og regulering af tekniske anlæg anbefales det, at der udføres en dynamisk simulering, som på timebasis kan beregne effektbalance og varmeakkumulering.
- Bemærk at i energiklasse 2015 og 2020 skal indeklimaet dokumenteres. For boliger kan det ske ved beregning af kritiske rum i Be10, og ellers må det simuleres.
- Opholdsrum med udelukkende nordvendte vinduer kan man som regel se bort fra i forhold til vurdering af sommertemperaturer.
- I opholdsrum med væsentlige glasarealer, som vender mod øst eller syd eller vest, bør det altid indgå i vurderingerne om sommertemperaturen kan styres med de valgte løsninger. Opholdsrum som modtager solvarme hele dagen kan være særligt kritiske.
- Termisk masse bør anvendes med varsomhed. Tunge huse kan være meget svære at køle ned i varme perioder, hvis bygningsdelene først er blevet for varme. Dette skyldes at kølekapaciteten som bestemmes af forskellen mellem temperaturen ude og inde er lav.
- Erfaringerne viser at det kan være et effektivt virkemiddel mod høje temperaturer at etablere naturlig ventilation eller hybrid ventilation. Ved disse ventilationsformer kan luftskiftet hæves væsentligt om natten når temperaturdifferensen er størst. Det er således muligt at opnå køling med et lille eller ingen ekstra elforbrug.
- Naturligventilation kan etableres med fordel i bygninger i flere etager eller bygninger der ligger frit ved at kombinere åbning af vinduer i forskellige højder. Særligt højsiddende vinduer er effektive til at fjerne varme, som vil samle sig under taget/loftet.
- I enetages bygninger eller bygninger, som ligger beskyttet kan det være en fordel at etablere hybrid ventilation. Hybrid ventilation kan være en kombination af åbne vinduer og udsugning via en ventilator med lavt tryk og stor luftmængde. Når temperatur- og vindforhold giver tilstrækkelige naturlige drivkræfter kan ventilatoren standses.
- Det anbefales at foretage en prioritering af virkemidler til at undgå høje sommertemperaturer efter følgende kriterier i prioriteret rækkefølge: Undgå solindstråling, udvælg solafskærmningsløsninger, der har lille eller ingen genevirkninger

for brugere, samt fjern overskudsvarme løbende(dag og nat) ved at etablere gode udluftningsmuligheder.

13 Installeret effekt

- Jf. DS 469 skal den dimensionerende effekt bestemmes ved en udetemperatur på -12 °C og uden varmetilskud fra solindfald og personer og maskiner m.m. Dette vurderes at give tilstrækkelig sikkerhed i forhold til at kunne klare den fornødne opvarmning under danske forhold.
- Be10 kan benyttes til beregning af effektbehovet jf. ovenstående.
- Ved beregning med PHPP eller Bsim kan beregnes mindre effektbehov, men dette er så baseret på, at der er en vis gratisvarme til rådighed for beboelse samt et vist solindfald m.v. Dette er forhold, som man ikke kan være sikker på altid gælder for huset. Hvis man ønsker at opvarme huset udelukkende med et aggregat med lille kapacitet (f.eks. et kompaktanlæg) og f.eks. søger dispensation for bestemmerne i bygningsreglementet, således som det er sket for en række danske byggerier, må man derfor være meget nøje med dimensioneringen, samt vurderingen af, hvilken ekstra kapacitet der er nødvendig.
- For anlæg med mikro-varmepumper skal det sikres, at rumopvarmning ikke "frakobles" i meget lange perioder på grund af brugsvandprioritet (ved store brugsvandsbehov kan en mikrovarmepumpe have problemer med at følge med) – eventuelt kan en boost-effekt (f.eks. hjælpe-elpatron i varmtvandsbeholder) overvejes til kritiske situationer.

14 Effekt i kritiske rum

- Beregn dimensionerende effektforbrug for de enkelte rum i bygningen for at sikre tilstrækkelig opvarmningseffekt – brug DS 418 eller Be10.
- Regn på den rigtige ventilationsmængde, vær opmærksom på det øgede effektbehov, hvis ventilationen i det kritiske rum er dimensioneret til at skulle ventilere flere rum (indblæsning i et rum og udsugning i et andet).
- Bemærk at i energiklasse 2015 og 2020 skal indeklimaet dokumenteres. For boliger kan det ske ved beregning af kritiske rum i Be10, og ellers må det simuleres.

15 Effekt og termisk differentiering

- Det er i perioder muligt at holde temperaturen lavere i enkelte af husets rum. Hvor meget og i hvor store perioder afhænger af forholdene, men kan i mange tilfælde imødekomme beboernes ønske om f.eks. et køligere soveværelse.
- Hvis rummet ikke opvarmes med luftvarme, men f.eks. en radiator vil slukning af denne, samt at døren til øvrige rum holdes lukket, kunne sænke temperaturen 3-4 °C i vinterens koldeste måneder, selvom vinduet ikke åbnes.
- Lette skillevægge med isolering giver bedre temperaturadskillelse til de øvrige rum end massive teglvægge.
- Temperatursænkningen afhænger i høj grad af temperaturen på ventilationsluften. Såfremt rummet opvarmes med luftvarme vil temperatursænkningen kun kunne gøres, hvis det er muligt at afbryde varmetilførslen til ventilationsluften for det enkelte rum.
- Hvis ventilationsluften ikke eftervarmes, men blot forvarmes af varmevekslingen vil den indblæste temperatur afhænge af effektiviteten af varmevekslingen.
- Endvidere vil temperatursænkningen afhænge af, hvor stor ventilationsmængden er. Hvis rummet tilføres meget kølig luft, vil det være muligt at sænke temperaturen mere, end hvis der ikke tilføres så meget luft.
- Rummets temperatur kan naturligvis sænkes yderligere ved åbning af vinduer, men dette vil i opvarmningsperioden betyde en forøgelse af energiforbruget til opvarmning.
- Udenfor opvarmningsperioden er det naturligvis vigtigt, at beboerne har mulighed for at holde vinduer åbne om natten.

16 Installationer

- Ved dimensionering af varmegivere bør det overvejes om besparelsen ved at dimensionere til grænsen er en god ide, særligt når varmekilden har overkapacitet. Der kan opnås større fleksibilitet ved ønske om højere rumtemperatur og ved ønske om kortvarigt at hæve temperaturen.
- Cirkulation af varmt brugsvand medfører øget energiforbrug og forøget varmebelastning om sommeren og bør undgås ved planlægning af teknikrumsplacering eller evt. ved brug af mindre rørdimensioner til kritiske tapsteder.
- Pas på støj fra installationer. I lavenergihuse er baggrundsstøjen ofte lav og støj bliver derved mere hørbar.
- Større akumuleringsstanke for solvarme og bioovne kan, selvom de er velisolerede, afgive en væsentlig effekt til opstillingsrummet typisk 150-200W. Varmeafgivelsen kan

medvirke til varmemproblemer om sommeren.

- Invertere for solcelle anlæg bør om muligt placeres uden for klimaskærmen, da både støj fra køleblæser og varmeafgivelse er et problem i forhold til indeklimaet. Varmeafgivelsen fra en inverter kan ved et 6 kWp anlæg typisk ligge på 100-300W.

17 Køling

- Effekten af at køle indtagsventilationsluften ved at føre den gennem en jordkanal, eller ved at køle den med brinen fra jordslanger er begrænset og kan ikke redde et "alt for varmt hus". Naturlig ventilation og solafskærmning er de basale midler til bibringelse af acceptable rumtemperaturer.
 - Temperering af indtagsluften i en jordkanal eller ved brinen fra jordslanger medvirker til at mindske behovet for afrimning/afising af ventilationsvarmeveksleren.
 - Ønsker man at temperere sin luft, brug som førstevalg brinen fra jordslanger, idet denne løsning er sikker. Ved brug af jordkanal skal man have stor opmærksomhed på korrekt udførelse for at eliminere risiko for forurening af friskluften.
 - Køling via konstruktionerne, typisk gulvet, kan med fordel udføres. Gulvkøling kan give meget store køleeffekter. På nuværende tidspunkt findes kun få systemer på markedet.
 - Gulvkølingen kan benytte de eksisterende gulvvarmeslanger, men kan også etableres via separate slanger.
 - For at undgå for store lodrette temperaturgradienter, begræns forskel i gulvtemperatur og rumtemperatur til max ca. 3 grader (gulv må ikke blive for koldt).
 - Maksimal specifik køleeffekt ligger på ca. 20 W/m² gulvflade. Større specifikke effekter kan opnås men på bekostning af risiko for ringere komfort (kolde gulve).
 - Gulve med klinker føles "koldere" end f.eks. trægulve; vær derfor varsom med for kraftig køling på klinkegulve.
 - Man skal sikre sig imod kondens på gulvet (der må ikke være zoner på gulvet som når en så lav temperatur, at der er fare for kondens).
-

18 Projektgennemførelse

Handling:	Aktion:	Hvornår:
Kvalitetssikring af projekt	Forudsætninger, beregninger, bygbarhed, arbejdsmiljø mv. kontrolleres og projektet revideres med dokumentation af revisioner.	Løbende i hele projekteringsperioden. Fejl bør opdages på et tidligt tidspunkt, da det kan være umuligt eller svært at korrigere fejlen senere.
Overdragelse af projekt	Ved projektoverdragelse til entreprenør identificeres kritiske tidspunkter og processer og det aftales, hvordan disse overkommes. Der bør udpeges en eller flere som ansvarlige.	Inden byggeriet påbegyndes.
Egenkontrol	Entreprenøren kontrollerer og dokumenterer at byggematerialer er i overensstemmelse med projektet. Indbygningen kontrolleres og alt dokumenteres.	Løbende i hele byggeperioden. Processer kontrolleres ved opstart, midtvejs og slutkontrolleres.
Tilsyn	Entreprenørens egenkontrol gennemgås. Tilsyn med leverede materialer, arbejdsgange, indbygning.	Flere gange i byggeperioden. Der udarbejdes ved projekteringen en tilsynsplan som tilsigter størst værdi af tilsynet.
Afprøvninger	Kan omfatte bl.a. blowerdoorundersøgelse og trykprøvning af installationer, funktionskontrol af teknik.	Så tidligt som muligt, så fejl kan rettes op med minimale konsekvenser.
Idriftsætning	Indregulering, indstilling og afprøvning gennemføres og dokumenteres.	Udføres inden mangelgennemgang.
Mangelgennemgang	Bygherren og entreprenøren gennemgår i fællesskab byggeriet og dokumentationen.	Udføres inden aflevering til bygherren.
Ibrugtagning	Brugeren af bygningen instrueres om betydningen af adfærd, brug af husets tekniske udstyr samt nødvendig vedligehold og service. Gennemgangen bør sammenfattes i en protokol.	Når brugeren er kommet på plads i bygningen.
Målinger	Der kan foretages målinger for at sikre at byggeriet er udført korrekt og at idriftsætning og ibrugtagning er gennemført	Afhængigt af typen af målinger kan disse udføres straks efter ibrugtagningen, mens f.eks. måling af energiforbrug bør afvente at

	til tilfredsstilenden.	huset er endeligt udtørret.
--	------------------------	-----------------------------

19 Smart grid og synergier

- Det forventes at elforbrugende husholdningsapparater i løbet af en årrække vil blive i stand til at tilpasse driftsmønster efter online elprognose for lav-tarif el. Det forventes at denne teknologi vil blive billig og formentlig standard i mange produkter. Det anbefales at afvente denne teknologi frem for etablering af individuelle specialløsninger til styring af husholdningsapparater.
 - I superlavenergihuse vil opvarmning i mange tilfælde kunne udskydes nogle timer eller endog døgn uden at rumtemperaturen falder væsentligt. Det gør bygningstypen velegnet til at udnytte lav-tarif el, når varmekilden er baseret på el. Såfremt der indbygges en varmelagringsbuffer i systemet, vil mulighederne for at udnytte lav-tarif el kunne forbedres yderligere, da det vil være muligt at udskyde opvarmning af huset i et eller flere døgn indtil el-prisen er lav.
 - I mange tilfælde vil en varmelagringsbuffer sammen med varmepumpebaserede opvarmningssystemer både forbedre driften samt forbedre mulighed for at udnytte lav-tarif el. Varmepumpedriften forbedres da færre og længere køretider for kompressoren giver højere gennemsnitlig COP-værdi. Samtidig kan varmelagringsbufferen afhængigt af design give mulighed for etablering af solvarmeanlæg som en fremtidssikringsmulighed eller som et element til at øge den energimæssige selvforsyningsgrad.
 - Med den nuværende solcelleordning, som er en timebaseret nettomålerordning vil varmepumpesystemer med varmelagringsbuffer samtidig give en mulighed for at tilpasse driften af varmepumpen til perioder med el-produktion. Herved forbedres rentabiliteten af solcelleanlægget, da egenudnyttelsen af den producerede strøm stiger.
-