

Projektforslag 1

Hele Bygningen

Projekttitle

Boligbebyggelse i tunge elementkonstruktioner svarende til lavenergiklasser

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Lavenergihuse forbindes af mange med træhuse, idet de store isoleringstykkelser i ydervæggen ofte medfører et fravalg af de tunge konstruktioner. På mange områder er det tunge byggeri imidlertid bedre egnet som lavenergibyggeri, idet både lufttæthed og varmekapacitet er nøgleord når lavenergi klasse 2, 1 eller endnu bedre skal opnås, og samtidig fordrer store isoleringstykkelser i ydervæggene ikke nødvendigvis brugen af en let ydervægsløsning.

I de lette lavenergibyggerier vil den eneste tunge del af huset være terrændækket, som typisk er et betondæk med indlagte gulvvarmeslanger. Når den tunge dækkonstruktion benyttes som en del af varmeanlægget i huset (i opvarmningsperioden) vil den imidlertid ikke samtidig kunne fungere som varmelagring for overskudsvarme fra solindfald og interne varmetilskud, og derfor vil de lette huse om vinteren typisk ikke have nogen nævneværdig varmekapacitet at trække på til at reducere opvarmningsbehovet og udligne temperaturudsvingene over døgnet. For at undgå overtemperaturer benytter man derfor ofte solafskærmning eller kraftige udhæng på lette lavenergibyggerier, hvilket naturligvis medfører en meget lille grad af udnyttelse af solenergien. I BE06 programmet vil man for et typisk lavenergi klasse 1 byggeri med meget lav varmekapacitet, 40 Wh/K pr. m², kunne reducere bruttoenergiforbruget med op til 10 % blot ved at øge varmekapaciteten til 80 Wh/K pr. m². Hvis man som udgangspunkt har de 80 Wh/K pr. m², vil det betyde at man kan tillade en forøgelse af U-værdien for ydervæggen fra ca. 0,11 W/m²K til 0,16 W/m²K (givet at ikke andre parametre ændres derved). Og det er vel at mærke under antagelse at der er tale om et hus hvor der ikke forekommer ”kølebehov” på grund af solindfald om sommeren!

Fokusområder i projektet:

- 1) Udnyttelsen af allerede udviklede højsolerede tunge ydervægskonstruktioner med lette udvendige beklædninger i f.eks. træ, skærmtegl eller lignende.
- 2) Udvikling af fundamentsløsninger som muliggør store isoleringstykkelser uden forøgelse af omkostninger, f.eks. ved brug af præfabrikerede fundamentelementer.
- 3) Fuld udnyttelse af solindfald og interne varmetilskud gennem varmekapacitet.
- 4) Lufttæthed af bygningen.

Aktører

Expan

Typehusproducenter

Øvrige relevante virksomheder

Bemærkninger

Projektet kunne evt. kombineres med 2. fase af projekt vedr. lavenergi fjernvarme.

Projektforslag 2

Hele Bygningen

Projekttitle

Varmepumper

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Varmepumper baseret på luft-vand og luft-luft til varmt brugsvand, forvarmning af ventilationsluft og opvarmning giver mulighed for store energibesparelser i lavenergibyggeri (15-20% ?), i områder hvor der ikke er fjernvarme. Forudsætningen for at opnå besparelserne er imidlertid, at varmepumpen kan operere under forhold der svarer til forudsætningerne som ligger til grund for prøvningsrapporten – dvs. ved konstant drift uden tilisning mv.

Varmepumper som produceres i dag vil under typiske driftsforhold skulle levere meget varme i perioder og ingen varme i andre perioder - derfor vil der ikke være tale om konstant drift, og samtidig medfører peak-perioderne, at varmepumper ofte tiliser (pga. den kraftige nedkøling af ventilationsluften), og herefter skal pumperne i en periode afrime. Disse forhold underminerer varmepumpens COP (coefficient of performance) voldsomt, og kan gøre varmepumper til en meget dårlig energimæssig investering.

Projektets formål er at udvikle en varmepumpe som er i stand til at udjævne driften over døgnet, således at den kan køre kontinuert uden tilisning. Ved at afsætte en mindre varmemængde i et tungt gulvvarmesystem jævnt over hele døgnet (frem for at levere kortvarige store varmemængder), vil varmen lagres i gulvvarmesystemet, og dermed udjævne spidsbelastningerne. På samme måde vil en mindre varmemængde kunne tilføres til det varme brugsvand, og eventuelle spidsbelastninger på rumopvarmningen vil kunne klares ved en kortvarig forøgelse af forvarmningen for ventilationsluften.

Aktører

Nilan

Danfoss

Andre producenter/interessenter

Bemærkninger

Projektforslag 3

Hele Bygningen

Projekttitel

Regulering af gulvvarmeanlæg

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Varmeanlæg reguleres i dag meget simpelt ved udetemperaturfølere som styrer fremløbstemperaturen i systemet. Når anlæggene alene styres på baggrund af den øjeblikkelige udetemperatur, vil anlægget bruge uforholdsmæssigt meget energi hvis der forekommer pludselige store udetemperatursvingninger, og der vil ikke være taget højde for solindfald og interne varmetilskud i styringen af anlægget.

Rapport fra BYG.DTU antyder at der i forhold til et anlæg med udetemperaturføler som styring, stadig bruges 7 % mere varme ift. en ideel opvarmning. Gennem intelligent styring af varmeanlægget må man forventeligt kunne reducere denne forskel til det halve.

I Sverige opererer man allerede i dag med anlæg som styres på baggrund af vejrudsigter.

Formålet med projektet er at udvikle mere intelligente styresystemer til varmeanlæg. Styringen skal være individuel for huset (baseret på den termiske masse, vinduers orientering, brugernes adfærd? osv.), og så skal der tages højde for forventningen om temperaturer, solindfald, interne varmetilskud osv. frem for at tage udgangspunkt i situationen som den ser ud.

Aktører

Danfoss
Gulvvarmeproducenter
Andre interessenter

Bemærkninger

Projektforslag 4

Hele Bygningen

Projekttitle

Større bygninger uden varme- og køleanlæg ved aktivering af varmekapacitet

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Udfordringerne forbundet med at lave lavenergi klasse 1 erhvervsbyggeri er væsentligt anderledes end for boligbyggeri. Erhvervsbyggeriet er kendetegnet ved helt andre brugsmønstre, et betydeligt større internt varmetilskud samt en lang række andre forhold. Erhvervsbyggeri er af denne grund ofte forbundet med store kølebehov i sommerperioden, og hvis lavenergi klasse 1 niveauet skal nås er et vigtigt skridt på vejen at få fjernet kølebehovet helt.

Et igangværende speciale-projekt ved BYG.DTU viser at det er muligt helt at undgå kølebehov og samtidig reducere varmebehovet meget kraftigt i erhvervsbyggeri gennem højisolerede klimaskærmskonstruktioner, udnyttelsen af varmekapaciteten i bygningen, effektiv natventilation samt effektiv solafskærmning i sommerperioden. Herved vil der i sommerperioden kunne holdes en indetemperatur som stiger til maksimalt 24 °C sidst på dagen.

Formålet med projektet er således at projekttere og bygge et lavenergi klasse 1 erhvervsbyggeri, med et ekstremt lavt transmissions- og ventilationstab gennem super højisolerede klimaskærmskonstruktioner samt ventilationsanlæg med højeffektiv varmegenvinding. Varmekapaciteten i bygningen skal udnyttes (aktiveres), således at genopvarmning om morgenen i vinterperioden ikke er nødvendig, og om sommeren ved effektiv natventilation (gennem naturligt drivtryk) således at køleanlæg ikke er nødvendigt. Ift. sommerperioden må der ligeledes benyttes effektiv behovsstyret solafskærmning for at sikre at overtemperaturer undgås.

Aktører

Bemærkninger

Projektforslag 5

Hele Bygningen

Projekttitle

Kombineret varme- og ventilationsanlæg

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Et igangværende eksamensprojekt ved BYG.DTU viser at det er teoretisk muligt at konstruere et kombineret varme- og ventilationsanlæg til enfamiliehuse baseret på luftopvarmning.

Luftsolfangere på væg til forvarmning af luft samt afrimning af varmegenvindingsanlæg – om sommeren ligeledes varme på badeværelser samt varmt brugsvand.

Luften der trækkes ud via ventilationsanlægget går gennem varmegenvinder og overfører derved varme til luften der suges ind. Luften der suges ind trækkes gennem luftsolfangeren, således at den dels forvarmes og dels sørger for at der ikke sker tilrimning af varmeveksleren. Luften blæses ind i huset via slanger i betondækkonstruktionen (hovedkanal + fordelerrør), og opvarmer herved dækket. Den friske luft ledes op langs med væggene i huset. Systemet (lufttilførsel) har et meget lille tryktab, og derved er driften til ventilatorer beskedent.

Aktører

Bemærkninger

Projektforslag 6

Hele Bygningen

Projekttitle

Lavenergi enfamiliehuse som totalprodukt

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Nye enfamiliehuse leveres i dag kun i meget få tilfælde som et gennemdokumenteret totalprodukt eller samlet pakkedløsning, hvor f.eks. servicering af varme- og ventilationsanlæg, vedligeholdelses- og renoveringsplaner, finansiering mv. er inkluderet, så kunden kun skal henvende sig til én leverandør. Hårde hvidevarer kunne f.eks. tilbydes i forskellige kategorier af energieffektivitet (A, A+, A++) med tilhørende dokumentation af energiforbrug, totaløkonomi og andre relevante oplysninger. Det ville være naturligt, kundevenligt, mere effektivt og energibesparende, hvis byggeriet tilbød kunderne huse som et sådan totalprodukt, dvs. en totalleverance der kunne baseres på en række underleverancer af integrerede produkter leveret med udgangspunkt i fælles standarder. Der er oplagte ESCO (Energy Service Companies) aspekter i projekter.

Aktører

Relevante vidensinstitutioner, Byggefirmaer, ESCO's, Elsparefonden, m.fl.

Bemærkninger

Hvad er ESCo – baseret på erfaringer fra udlandet ? Kort uddrag fra TI rapport fra mats 2007 med titlen "ESCO's – Energy Service Companies / Trykluft":

Et typisk ESCO projekt

Et ESCO projekt består af en ESCO, som leverer en ydelses- og energibesparelsesgaranti i forhold til en kontrakt med en kunde – en såkaldt performans kontrakt. ESCO'ens honorar er direkte forbundet, med de realiserede energibesparelser. ESCO'en bærer derfor en risiko for ikke at kunne levere de garanterede besparelser, hvorved de mister deres fortjeneste.

Et typisk ESCO projekt inkluderer normalt følgende elementer:

- En energiaudit, som fastlægger investeringsgraden
- Identificering af potentielle energibesparelser og energieffektiviseringer
- Tilrettelæggelse, projektdesign og kravspecifikationer
- Garanterede resultater gennem kontraktbetingelser
- Projektledelse og implementering af f.eks. forbedringer
- Drift og vedligeholdelse af anlæg i kontraktperioden
- Monitorering og verifikation (M&V) af besparelser
- Projektfinansiering

Projektforslag 7

Hele Bygningen

Projekttitle

Udvikling af metode og program til totalberegning, måling og drift af bygninger

Projekttype

Forskning og udvikling

Problematik mm.

Der er for mange eksempler på lavenergibyggeri, der er projekteret som sådan, men hvor efterfølgende målinger viser et meget større energiforbrug end planlagt. Set i lyset af dette er der behov for udvikling af en metode og detaljeret men brugervenligt program til fuldstændige og detaljerede beregninger af varmetab, energiforbrug og indeklima, der samtidig automatisk kan håndtere målinger og verificering af målinger (sammenligning af beregninger og målinger), som grundlag for fejlretning og driftsoptimering. Der er således Facility Management aspekter i projektet. Et sådant program vil fremme investeringer i energibesparende byggeri.

Aktører

Bemærkninger

BYG.DTU har udarbejdet et oplæg til et Ph.D projekt om emnet i et måske kommende nyt Facility Management Center ved DTU. Der er sammenhæng med Elsparefondens "open standard" projekt.

Projektforslag 8

Hele Bygningen

Projekttitle

Kompakt lavenergidesign af fritliggende enfamiliehuse

Projekttype

Udvikling og demonstration

Problematik mm.

Der kan opnås betydelige energimæssige og økonomiske fordele ved at anvende et kompakt design af fritliggende enfamiliehuse. Et kompakt design i form af f.eks. et hus i to etager og kvadratisk grundplan reducerer det samlede klimaskærmsareal og vil typisk (men afhænger af form, antal etager og U-værdier for de enkelte isolerede bygningsdele) og alt andet lige nedsætte varmetabet/energi behovet betragteligt i forhold til f.eks. et typisk fritliggende længhuse i ét plan og især huse med vinkler og spring i facader. Det er særligt tilfældet hvis en velvalgt del af vinduesarealet erstattes med isoleret ydervæg, men der er også mulighed for at udvikle og anvende danske vinduer med et positivt energitilskud, som vil gøre det neutralt om der er et større eller mindre vinduesareal. Sammenligner man f.eks. et typisk længhus med en grundplan på 8 x 16 m (128 m² hus) med et hus i to etager og kvadratisk grundplan på 8 x 8 m (128 m² hus), har det kvadratiske hus hele 24 % mindre klimaskærmsareal. Fordelen ved et kompakt design er desuden at det mindsker det samlede klimaskærmsareal og giver mulighed for en bedre disponering af de tekniske installationer mm., hvilket i mange tilfælde vil billiggøre byggeriet. Med passende proportionering af vinduerne og anvendelse af ovenlys- eller tagvinduer (i f.eks. kvadratiske huse i ét plan og med loft til kip) vil det formentlig være relativt uproblematisk at opnå fornuftige dagslysforhold i kompakte lavenergihuse. Projektet skal undersøge de energimæssige og økonomiske konsekvenser af kompakt lavenergidesign af enfamiliehuse, herunder udvikle og dokumentere de gode løsninger.

Aktører

Relevante vidensinstitutioner

Typehusfirmaer

Arkitekt

Velux m.fl.

Bemærkninger

Projektforslag 9

Hele Bygningen

Projekttitle

Udvikling af lufttætte bygninger

Projekttype

Udvikling og vidensformidling

Problematik mm.

Det er svært at rette op på utætheder i et byggeri, når det først er bygget færdigt, og det er nødvendigt med en god tæthed (lille infiltration) i lavenergibygninger. Fokus på tæthed er derfor afgørende.

Luftskiftet i en utæt bygning afhænger af vind-og temperaturforhold omkring bygningen. I stedet for at lade vejret bestemme luftskiftet er det optimale at styre luftskiftet ud fra behovet for frisk luft, hvilket kun kan lade sig gøre hvis klimaskærmen er tæt. Dette gælder både for systemer baseret på naturlig ventilation og mekaniske ventilationssystemer med varmegenvinding. I bygninger med ventilation med varmegenvinding er det desuden en vigtig forudsætning for energi- og driftsøkonomien, at klimaskærmen har en god tæthed, så luftskiftet foregår via varmeveksleren.

I Be06 skal man i bygningers brugstid regne med en infiltration på $0,13 \text{ l/s/m}^2$ opvarmet etageareal i brugstiden, hvis man har foretaget trykprøvning med et resultat svarende til tæthedskravet på $1,5 \text{ l/s/m}^2$ eller i det tilfælde hvor der ikke er udført trykprøvning. Ved en rumhøjde på 2,4 m og et netto/brutto arealforhold på 0,8 svarer dette til et luftskifte på 0,24 gange i timen! Infiltrationstabet er altså betydeligt og udgør årligt ca. 15 kWh/m^2 etageareal. Inkluderet i infiltrationen (i brugstiden) er også tilfældig åbning af vinduer og døre i forbindelse med brug af bygningen og dette bidrag er umiddelbart sat meget højt til $0,04 \text{ l/s/m}^2$. Bygningsreglementet krav til bygningers lufttæthed (de $1,5 \text{ l/s/m}^2$) er omtrent en faktor 5 dårligere end det tilsvarende krav til passivhuse.

Der er altså generelt et behov for at forbedre lufttætheden i bygninger i relation til lavenergibygninger, og der behov for at se nærmere på hvad det omtalte 1. led og også 2. led af formlen til beregning af infiltration i brugstiden (se under bemærkninger) bør være, dvs. dels det bidrag der ikke afhænger af infiltration via utætheder i klimaskærmen og dels det bidrag der afhænger af utæthederne.

Derfor er der behov for at udarbejde løsninger på sikring af lufttæthed i lavenergibygninger og især set i lyset af de nye og senere forventede skærpede krav i bygningsreglementet til dokumentation af luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen. Det er således formålet i projektet at udvikle (og anvise) tætningsløsninger, tætningsprodukter og udførelsesmetoder med fokus på bygbarhed til sikring af lufttæthed i bygninger. Lufttæthed skal ses særligt i relation til f.eks. elinstallationer, ventilationskanaler, elementsamlinger og andre samlinger.

Aktører

Bemærkninger

Projektet skal koordineres med eksempelsamlingsarbejdet under Erhvervs- og Byggestyrelsen, hvor er lavet en vejledning og erfaringsopsamling vedr. tæthed i byggeri (<http://www.ebst.dk/temaomtathed/0/94/0>)

Omtale af infiltration i vejledning til Be06 (SBI anvisning 213):

I alle rum, også rum der ikke har flader mod det fri, regnes der med en infiltration på 0,13 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal i brugstiden og med en infiltration på 0,09 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal uden for brugstiden. Infiltrationen i brugstiden dækker også tilfældig åbning af vinduer og døre i forbindelse med brug af bygningen. I rum med naturlig ventilation eller mekanisk udsugning antages det, at infiltrationen er en del af den samlede ventilation. I rum med balanceret mekanisk ventilation er infiltrationen oven i den mekaniske ventilation.

I bygninger, hvor klimaskærmens lufttæthed er undersøgt ved trykprøvning med 50 Pa, bestemmes infiltrationen i brugstiden som:

$$0,04 + 0,06 \cdot q_{50} \text{ liter/sek. pr. m}^2 \text{ opvarmet etageareal.}$$

Uden for brugstiden bestemmes infiltrationen som:

$$0,06 \cdot q_{50} \text{ liter/sek. pr. m}^2 \text{ opvarmet etageareal.}$$

Ad. ”I rum med balanceret mekanisk ventilation er infiltrationen oven i den mekaniske ventilation”:
Bygninger med mekanisk balanceret ventilation vil med det nye bygningsreglement 2007 få et tillæg til energirammen, som det hidtil har været tilfældet med mekanisk udsugning. Dette for at sikre bedre anlæg og flere anlæg med varmegenvinding.

Projektforslag 10

Hele Bygningen

Projekttitle

Anvisninger i principper og detaljer i udførelsen af lavenergibyggeri

Projekttype

Vidensopbygning og -formidling

Problematik mm.

Med henblik på at stimulere en løbende udvikling af lavenergibygninger er der et behov for et katalog af ”anvisninger” med gode og sikre standard-løsninger til opfyldelse af energibestemmelsernes lavenergiklasser (2 og 1 og evt. bedre) med fokus på større bygninger, hvor der vurderes at være det største behov for anvisninger. Dette skal ikke ses som begyndelsen på et opgør med bygningsreglementets funktionskrav til energirammen, hvor eneste krav vedr. f.eks. klimaskærmen er mindste isoleringskrav til konstruktionerne.

Der er oplagt to hovedaktiviteter:

1. Principper for energirigtig projektering – beskrivelse af overordnede principper for lavenergibygningsers udformning i form af en vejledning svarende til de væsentligste forhold af betydning for bygningers energiforbrug: form, sammenbygning, klimazoning, skygger, isolering, kuldebroer, vinduers varmebalance, lufttætning, varmeakkumuleringsevne, udnyttelse af passiv solvarme, dagslysudnyttelse, regulering af varme- og ventilationsanlæg, solvarme- og solcelleanlæg osv.
2. Anvisninger på typiske detaljer i lavenergibyggeri – beskrivelse af standard-løsninger til opfyldelse af energibestemmelsernes lavenergiklasser (2 og 1 og evt. bedre)

Det kan nævnes at der konkret er et generelt behov for detaljerede beregninger og anvisninger på lavenergiløsninger, der ikke er dækket af DS418, f.eks. i form af kuldebrofrie altan fastgørelser og fundamentsudformninger ved yderdøre og vinduespartier til gulv, hvor der kan være behov for forudgående udviklingsaktiviteter.

Det vil være oplagt at SBI udarbejder disse anvisninger for midler fra økonomi- og erhvervsministeriet i form af en udvidelse af den eksisterende eksempelsamling på ebst.dk. Alternativt kunne der foretages en mere uformel dokumentation af egenskaber af virksomheders byggesystemer mm.

Aktører

SBI og andre relevante vidensinstitutioner (BYG.DTU m.fl.)
Relevante virksomheder mv.

Bemærkninger

Projektet kan ses som et grundlag for og supplement til et nationalt videncenter for energibesparelser. Noget tilsvarende er lavet i lille målestok i BPS-regi i 1993 i form af BPS publikation 111: Typiske detaljer - lavenergibyggeri.

Projektforslag 11

Hele Bygningen

Projekttitle

Nyt system til løsning af byggebranchens F&U-behov

Projekttype

Udredning

Problematik mm.

Løsning af byggebranchens forsknings- og udviklingsbehov kunne som supplement ske via oprettelse af en fælles fond på initiativ fra byggeerhvervet, der skulle baseres på afgifter på nybyggeri og renovering, så bygherrerne betalte nogle promiller af byggeudgiften. Fonden kunne så støtte forskning og udviklingsopgaver, der var behov for i branchen. Tidligere har lignende forslag været fremme, men en fond blev aldrig realiseret, da der var tale om et for uforpligtende set-up.

Aktører

Bemærkninger