

# BYGNINGER

## ENERGIEFFEKTIVE TEKNOLOGIER



ENERGY FRAMES ER EN RIGTIG SOLSTRÅLEHISTORIE. IKKE ALENE KAN DEN NYTÆNKTE VINDUESAFSKÆRMNING REDUCERE ENERGIFORBRUGET I BYGNINGER MED OP TIL 50 %. DET PRISBELØNNEDE SYSTEM ER OGSÅ BLEVET GODT MODTAGET PÅ MARKEDET OG ER ALLEREDE I BRUG FLERE STEDER. BLANDT ANDET PÅ RIGSHOSPITALET.

---

PROJEKT 343-044  
Dynamisk Facadesystem (Energy Frames)

## MÅLSÆTNING:

I takt med de stadig skrappe energi-krav til bygninger er arbejdet med at reducere energiforbruget og varmetabet blevet en integreret og betydelig del af arbejdet i hele byggebranchen. Som følge heraf er efterspørgslen efter produkter, der kan forbedre bygningers energieffektivitet, øget markant. Energy Frames er et sådant produkt.

## MÅLGRUPPE:

Energy Frames giver arkitekter, rådgivere, entreprenører og bygherrer enestående muligheder for at opnå attraktive arkitektoniske og designmæssige udtryk på såvel nye som eksisterende bygninger, samtidig med, at Energy Frames sikrer en maksimal energieffektivitet og et optimalt indeklima. Systemet er således også en gevinst for bygningens brugere, der oplever en bedre komfort i den daglige brug, og for ejerne, der kan glæde sig over at spare op mod halvdelen af energjudgiften i bygningen.

## PROCESSEN:

På baggrund af Art Andersens know-how og patenter inden for dynamisk facadeafskærmning opstod i 2009 ideen om at udvikle et kommercielt vindues-afskærmningssystem, som kan reducere energiforbruget i bygninger.

Projektet fik navnet Energy Frames og opnåede i begyndelsen af 2011 støtte fra ELFORSK. Det betød, at projektpartnerne og eksterne specialister tidligt kunne komme i gang med at udvikle den beregningskerne og elektroniske styring, der er en helt central del af systemet.

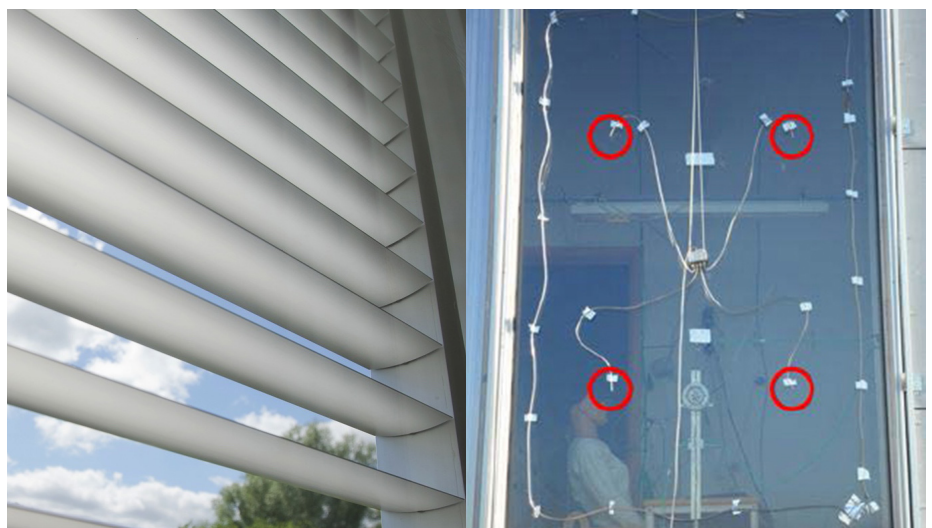
I udviklingsforløbet er der gennemført en række forsøg, tests og målinger, der viser, at Energy Frames kan reducere energiforbruget til opvarmning, mekanisk ventilation, køling og belysning med op til 50 %.

Energy Frames er siden videreudviklet og udvikles fortsat af Art Andersen i samarbejde med PRO TEC Vinduer, Inwido Denmark, Statens Byggeforskningsinstitut ved Aalborg Universitet, juularchitects.com og Elcanic. Undervejs i projektforsløbet er Aalborg Universitet og Rambøll trådt ind i projektet som primære forsknings- og udviklingspartnere.

Markedet for lavenergivinduer og -facader vil også i de kommende år vokse dramatisk, når vi får nye bygningsreglementer med markant skærpede energi-krav. De nye krav vil resultere i en betydelig reduktion i andelen af vinduer, som ikke er energieffektive. Det vil være vanskeligt at gøre træ- og aluminiumvinduer energibesparende, når de samtidig skal tilby-

des til en acceptabel pris. Det er således en oplagt mulighed at supplere vinduerne med innovativt, intelligent tilbehør, som bidrager til at reducere det samlede energiforbrug.

**FEM ÅR EFTER OPSTARTEN ER ENERGY FRAMES FORTSAT DEN ENESTE PRODUKTSERIE PÅ MARKEDET, SOM TIL EN RIMELIG PRIS KOMBINERER FORSKELLIGE FACADE- OG VINDUESAFSKÆRMNINGSFUNKTIONER I ET ENKELT OG ÆSTETISK PRODUKTSYSTEM, DER BÅDE REDUCERER ENERGIFORBRUGET OG FORBEDRER INDEKLIMAET.**



Målinger har vist, at Energy Frames gennem intelligent styring af facadeelementer kan skære op til halvdelen af bygningens samlede energiforbrug – blot ved dynamisk afskærmning (dag) og isolering (nat).



Det æstetiske aspekt har været en integreret del af udviklingen og sikret det endelige produkt en stor arkitektonisk tilpasningsevne. Bl.a. som her på Rigshospitalets pavillon.

## RESULTATER:

Udgangspunktet for Energy Frames systemet var ideen om, at vi ved at skærme bygningsvinduespartier mod solen om dagen og isolere dem om natten kan nedbringe energiforbruget markant. Med det udgangspunkt har projektgruppen udviklet et vinduesbåret, dynamisk solafskærmningssystem, som ikke blot er et designmæssigt elegant produkt, men som også kan skære op mod 50 % af en bygnings energiforbrug.

Systemet har samtidig vist sig at give betydelig forbedring af indeklimaet i bygningen. Disse resultater indbragte i 2014 Energy Frames en særlig anerkendelse, da det modtog Ingeniørens Bæredygtighedspris.

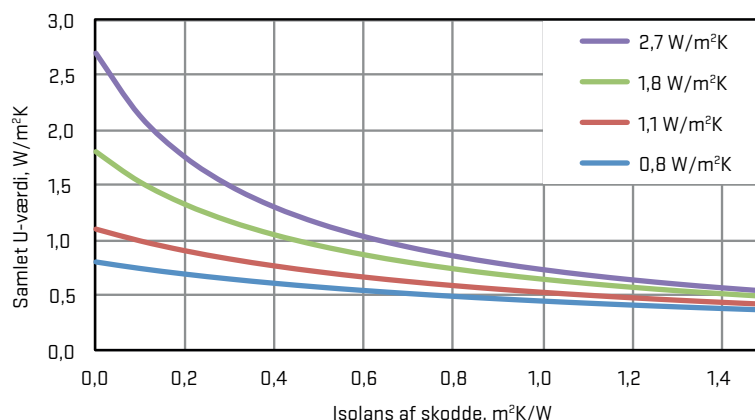
Den vellykkede udvikling af Energy Frames medførte en beslutning om at sætte Energy Frames i produktion.

I 2014 blev de første produkter i Energy Frames systemet introduceret på markedet. Energy Frames byggede fra starten stærke relationer til de danske arkitekter. Det har resulteret i en række samarbejder og betydet, at flere byggerier er blevet udstyret med det energibesparende afskærmningssystem, bl.a. Rigshospitalets nye pavillonbygning og Green Tech Center i Vejle.

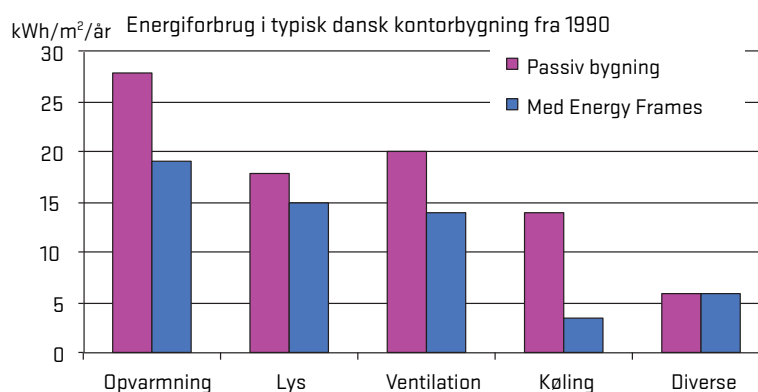
Beregninger viser, at ved at kombinere isolering, solafskærmning og ventilation kan Energy Frames reducere energiforbruget med 20 % sammenlignet med dagens bedste standard med 3-lags energirude og god udvendig afskærmning. Yderligere elbesparelser kan opnås med energieffektiv belysning, ventilation og optimeret styring.

Energy Frames er i dag et masseproduceret standardsystem af bevægelige vinduesafskærmende skodderammer, der knappes direkte på vinduesrammerne og tilbyder et bredt udvalg af overflader, materialer og ar-

kitektoniske udtryk. Systemet sparer energi i bygningen og forbedrer indeklimaet gennem dagslyskontrol, solafskærmning, visuel afskærmning, natisolering, ventilation, støj-dæmpning m.m.



Beregnete værdier af den samlede isoleringsevne for et isolerende Energy Frames element som funktion af rudens U-værdi (de farvede kurver) og elementets egen varmemodstand (x-aksen).



Ved at kombinere isolering, solafskærmning og ventilation kan Energy Frames reducere alle delforbrug, typisk med en absolut totalbesparelse på 30 - 35 %, svarende til ca. 50 % på energirammen, hvor elforbrug vægtes med faktor 2,5.

**DEN UNIKKE EVNE TIL AT FORBEDRE BYGNINGERS BÆREDYGTIGHED OG SKABE NYE ENERGIEFFEKTIVE ARKITEKTONISKE MULIGHEDER INDBRAGTE I 2014 ENERGY FRAMES INGENIØRENS BÆREDYGTIGHEDSPRIS.**

## EFFEKT:

Energy Frames' succes bygger på, at det både forbedrer bygnings bæredygtighed og samtidig giver nye arkitektoniske muligheder. Med Energy Frames er det ikke længere absolut nødvendigt at reducere vinduesarealet for at nedbringe energiforbruget i bygninger. Det giver arkitekterne større kreativ frihed inden for rammerne af energikrav til bygningerne.

De elektronisk styrede afskærmningsrammer giver mulighed for en dynamisk tilpasning til de skiftende udendørs klimaforhold og opfylder de strengeste krav og ønsker til indekli-

maet. De slanke bærerammer sættes direkte på vinduerne og styres automatisk og intelligent via sensorer – ud fra både intensiteten af lys, solindfaldsvinkel, vind og tidspunkt, så afskærmningen kører for om natten og isolerer bygningen.

Energy Frames er målrettet mod nybyggerier og facaderenoveringsprojekter i kontor- og erhvervsbygninger samt institutioner. Systemet kan dog også anvendes på boliger. For disse kategorier af bygninger er det samlede vinduesareal omkring 20 mio. m<sup>2</sup>. Det anslås,

at 20 - 30 % af disse bygninger ville (potentielt) kunne drage fordel af monteringen af Energy Frames, især bygninger fra 60'erne og bygninger opført efter 1980. For hver procent af disse potentielle bygninger, der forsynes med Energy Frames, kan der spares 810 MWh/år, svarende til ca. 400 tons CO<sub>2</sub>. Hertil skal naturligvis lægges eksportgevinst og energibesparelser på det globale marked, hvor der i første omgang sættes på Sverige og Norge.

1. lamelskodde, 2. fast parti, 3. screendug,  
4. dør, 5. isolerende ventilationselement  
foran ventilationsvindue, 6. fast parti.



#### Projektledelse:

Bjørn Stegger  
Art Andersen ApS  
Gl. Kongevej 3  
1610 København V

E-mail: [bs@art-andersen.dk](mailto:bs@art-andersen.dk)  
Telefon: 22 84 67 77  
Web: [www.art-andersen.dk](http://www.art-andersen.dk)

#### Projekt:

Titel: Dynamisk Facadesystem  
(Energy Frames)  
Nr. 343-044  
PSO Program 2011  
Budget i alt: 2.193.164 kr. hvoraf 1.394.769 kr.  
i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 1. kvartal 2011 – 4. kvartal 2014

#### Programkoordinator:

Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi  
Vodroffsvej 59  
1900 Frederiksberg C

Telefon: 35 300 934  
E-mail: [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk)  
Web: [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)

Den automatik, der regulerer Energy Frames rammerne frem og tilbage foran vinduerne, styres af sensorer ud fra måling af lys, solindfald, temperatur og vind, og er afgørende for Energy Frames' evne til at spare energi.

## HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Både herhjemme og i resten af verden er potentialet for energibesparelser enormt: Moderne byggeri består ofte af store glasparker, der skaber et stort behov for både opvarmning og nedkøling. Da Energy Frames samtidig er en designmæssig flot løsning, kan byggeriets aktører opnå markante energibesparelser uden at skulle gå på kompromis med arkitektur og æstetik.

Energy Frames er særlig velegnet til lavenergibygninger og i eksisterende bygninger, hvor elforbruget og det øvrige energiforbrug skal reduceres væsentligt. Desuden fungerer Energy Frames optimalt på facader, der traditionelt har givet store problemer med ekstrem opvarmning på grund af solindfald, fx syd- og vestfacader.

Med Energy Frames opnås betydelige forbedringer i den termiske isolering og kontrollen

og komforten i lysgennemtrængningen og solindfaldet. Glasfacader vil kunne fungere steder, hvor det ikke tidligere har kunnet lade sig gøre på grund af problemer med brugerkomforten og et ekstremt energiforbrug til opvarmning og afkøling.

Energy Frames systemet testes og videreudvikles løbende for at sikre, at arkitekter, ingeniører, rådgivere, bygherrer og myndigheder i fremtiden vil tage Energy Frames i betragtning, når bygninger skal bygges eller renoveres. På baggrund af målinger og praktiske afprøvninger af alle produktvarianter skal nye varianter og udgaver gradvist tilføjes og udvikle systemet til et komplet energibesparende og indeklimaforbedrende produktprogram. Samtidig testes et mere avanceret styringssystem, der allerede har vist et stort potentiale, og som vil blive introduceret i 2015.

ART ANDERSEN  
COPENHAGEN

INWIDO  
Great Windows & Doors

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

ELCANIC