

BYGNINGER

ENERGIEFFEKTIVE
TEKNOLOGIER



PROJEKT 338-041 + 343-011

Fuldskala demonstration af termoaktive konstruktioner

Anvendelse af termoaktive konstruktioner (TABS) i nybyggeri kan i et optimalt system reducere elforbruget til køling med 75-80 procent

MÅLSÆTNING:

Med afsæt i vellykkede resultater fra COWI's udviklingsprojekt (ELFORSK 335-020) hos DTU Byg var det formålet med projektet at eftervise potentialet i Thermal Active Building System (TABS) gennem et fuldskala demonstrationsprojekt i Middelfart Sparekasses nye hovedsæde. Under projek-

tet skulle Spæncom videreudvikle prototypen for et præfabrikeret termoaktivt dækelement til et kommercielt produkt.

ELFORSK-projektet finansierede særlige udviklingsomkostninger, energigranskning, udvikling af styring/regulering og et måle-

program for at eftervise energibesparelser og indeklima-optimering. Middelfart Sparekasse finansierede selv udgifterne til de termoaktive konstruktioner.

MÅLGRUPPE:

De termoaktive konstruktioner kan få stor betydning for de projekterende rådgiveres frihedsgrader i design af nye kontor- og institutionsbyggerier i takt med, at energikravene strammes i fremtidige bygningsreglementer. Derfor har projektgruppens formidling af konceptet og de dokumenterede resultater især været rettet

mod arkitekter, entreprenører, bygherrer og energirådgivere.

Gennem DTU Bygs engagement i projektgruppen er TABS-konceptets potentiale også formidlet gennem specialeopgaver, ligesom COWI har formidlet resultater i internationale publikationer og på seminarer.

I EN STANDARD KONTORBYGNING PÅ 3.500 M² KAN DER SPARES KNAPE 2 MIO. KR. I ANLÆGSUDGIFTER OG CA. 125.000 KR. I ÅRLIGE DRIFTSUDGIFTER OG OPNÅS ET MERE TILFREDSSTILLEDE INDEKLIMA

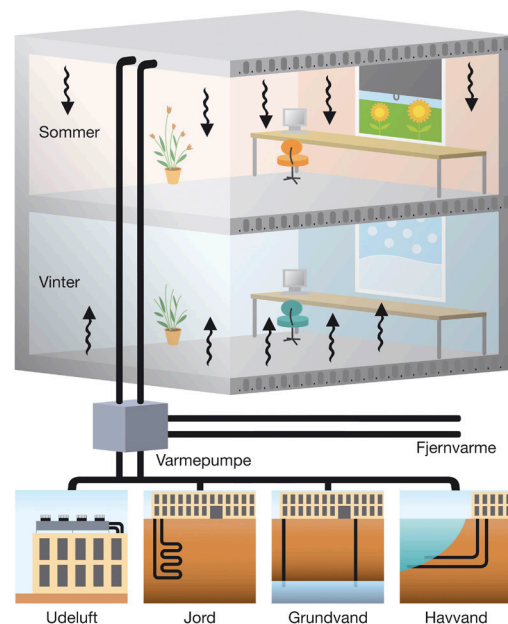
PROCESSEN:

Projektgruppen har været ledet af COWI, der også har været projekterende rådgiver på bygningens installationer, og som har udmøntet TABS-konceptet i konkrete specifikationer i byggeprogrammet. DTU Byg har fulgt sin mock-up fra udviklingsprojektet op med at beregne den forventede TABS-ydelse, og Spæncom har leveret de præfabrikerede dækelementer med indstøbte PEX-slanger til 1.100 m². Desuden blev der på stedet indstøbt PEX-slangere i yderligere 1.900 m² etagedæk. Middelfart Sparekasse har været vært for demonstrationsprojektet, der har omfattet renovering og nybyggeri af et 5.380 m² hovedsæde med en karakteristisk tagkonstruktion, der bl.a. indeholder 83 prismeformede ovenlys. 3XNielsen er bygningens arkitekt.

Byggestarten blev forsinket i et års tid og forlængede projektperioden tilsvarende.

I projekteringen af den energieffektive løsning har det været en særlig udfordring at kombinere TABS-konceptet med bygherrens og arkitektens ønske om en akustik-løsning, der forudsatte nedhængte lofter. Det blev håndteret ved at teste kombinationen på DTU Bygs mock-up med prøvestøbninger fra Spæncom.

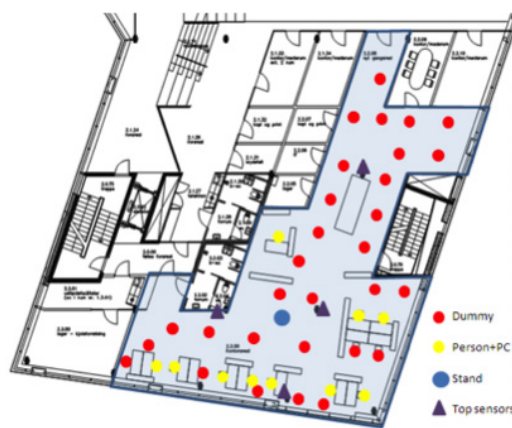
Under færdiggørelse af udbudsmaterialet blev projektet energigransket i tværfaglige workshops, og der blev tilrettelagt et måleprogram, der kunne dokumentere effekten på energiforbrug og indeklima.



Populær fremstilling af TABS's virkemåde og eksempler på køleforsyningsalternativer

Der blev udvalgt et kontorlokale på 268 m² som repræsentativt for dansk kontor- og institutionsbyggeri, hvor der blev opsat ekstra målepunkter, og der blev efter idriftsættelsen i maj 2010 gennemført en indeklimaundersøgelse blandt bygningens brugere.

I kraft af en tillægsbevilling (343-011) fra ELFORSK lykkedes det at gennemføre det detaljerede måleprogram, selv om lokalet ikke som planlagt kunne udlejes til en ekstern bruger. Løsningen blev kunstige varmeafgivere, der simulerede fuld udnyttelse af lokalet. De ekstra midler finansierede også en supplerende indeklimaundersøgelse i vinteren 2010/11 og forår/sommer 2011.



Scenario 1 med dummies og varmeblæsere (billede til venstre). Scenario 3 med dummies og personer (billede til højre). Det markerede område er det udvalgte repræsentative kontorlokale

RESULTATER:

TABS-konceptet skal ideelt bane vej for en reduktion i elforbruget til køling på op til 80 procent, mindske elforbrug og varmetab ved ventilation og gøre det muligt at udnytte konstruktionens energilagringsevne til at gøre bygningens elforbrug mere fleksibelt. Det gør det muligt at afbryde elforbrugende installationer i spidslasttimer eller på andre tidspunkter, hvor elsystemet har brug for et lavere forbrug. Desuden skal de termoaktive konstruktioner gøre det lettere at benytte mere miljøvenlig energiforsyning og bidrage til et bedre indeklima ved at begrænse trækgener og støjniveau samt sikre et mere hensigtsmæssigt glid i rumtemperaturen.

Målingerne har vist, at de termoaktive konstruktioner med den givne loftsopbygning kan levere en køleydelse på 42-48 W/m², når rumtemperaturen er 24 °C og en væsketemperatur i slangerne er på 18 °C. Generelt har TABS-konceptet været i stand til at yde mindst 30 W/m². Disse resultater er bedre end forventet trods bygherrens ønske om nedhængte lofter.

Varmeydelsen i den aktuelle opbygning har vist sig at være rigeligt til at basistemperere en bygning med lavtemperaturvarme, når der skal opnås en rumtemperatur på 22 °C med en væsketemperatur på 30 °C.

EFFEKT:

Det har vist sig, at de termoaktive konstruktioner gør det muligt i udstrakt grad at anvende frikøling, hvor udeluften udnyttes til at nedkøle bygningen om natten. I et normalår vil det kun være ca. 34 timer, hvor der ikke kan frikøles til en fremløbstemperatur på 19 °C. På det grundlag anslår COWI, at TABS-konceptet i et optimalt system vil resultere i en elbesparelse til køling på 75-80 procent. COP-værdien for frikøl med udeluft via tørkøler i TABS-konceptet er ca. 30 mod ca. 3 i en traditionel kølekompressor. Elbesparelsen i Middelfart Sparekasse blev målt til ca. 60 procent, men den mindre besparelse skyldes bl.a. et højere forbrug i bygningens cafe og butik samt længere åbningstider.

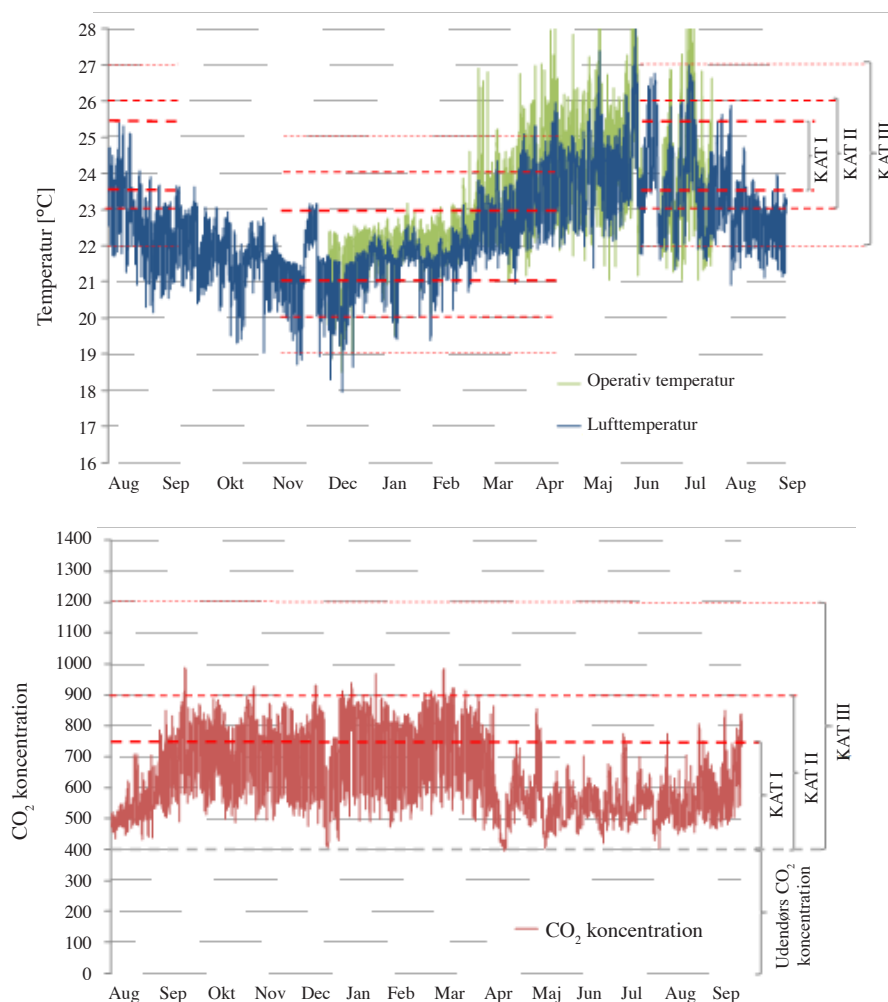
På det grundlag skønner COWI, at der i fremtidigt nybyggeri kan opnås en årlig elbesparelse til køling på 23 GWh, hvis TABS-konceptet benyttes i 700.000 m² kontor- og institutionsbyggeri, svarende til ca. halvdelen af det årlige nybyggeri i perioden 1990-2005. Nybyggeri med TABS kan også yde et væsentligt bidrag til at gøre elforbruget i bygninger mere fleksibelt og dermed lette indpasningen af mere vindkraft.

Indeklimamålingerne skulle dokumentere, at bygningen i praksis kunne overholde indeklimastandard EN 15251's grænseværdier for bygninger i kategori III, dvs. et spænd i rumtemperatur i vintermåneder på 19-25 °C, og 22-27 °C i sommerhalvåret. Desuden må CO₂-koncentrationen højst være 800 ppm over udendørsniveauet, og den relative luftfugtighed skal holdes i intervallet 20-70 procent.

Målinger i flere kontorer på 1. sal viste enkelte mindre overskridelser af grænseværdier sommer/efterår, primært fordi køle- og ventilationssystemet var under indkøring. Efterfølgende er kølevandstemperaturen dog blevet hævet i sommerhalvåret. Brugerundersøgelsen viste større tilfredshed med luftkvalitet, en bedre termisk følelse og en oplevelse af mindre støj ved overgangen fra den gamle til den nye bygning.

Energiforbruget har været målt i perioden oktober 2010 til september 2011 og viste et noget højere energiforbrug til varme (66 kWh/m² i forhold til energiramens mål om 42 kWh/m²). COWI ser årsagerne her til i en højere faktisk rumtemperatur end de 20 °C, der er forudsat i energirammen, og i indkøringen af ventilationsanlægget. 51 procent af varmforsyningen er kommet fra TABS, 36 procent fra konvektorer, 9 procent fra ventilationsanlægget, og 5 procent er gået til varmt brugsvand.

Til gengæld har elforbruget til køling været ca. 60 procent lavere end forudset i energirammen (9-10 kWh/m² i forhold til 21 kWh/m²). 92 procent af køleydelsen kommer fra de termoaktive konstruktioner, mens ventilationsanlægget kun leverede 8 procent.



Operativ temperatur, lufttemperatur, og CO₂-koncentration for kontorplateau 3.1.16 på 2. sal. Målingerne er udført fra og med august 2010 til september 2011

BRUGEN AF TERMOAKTIVE KONSTRUKTIONER GØR DET LETTERE AT UDNYTTE MILJØVENLIG FRIKØLING FRA UDELUFT, GRUNDVAND ELLER HAVVAND OG GØR ELFORBRUGET MERE FLEKSIBELT EFTER ELSYSTEMETS BEHOV, LIGESOM DET MAKSIMALE KØLEBEHOV REDUCERES PGA. VARMEAKKUMULERINGENS UDJÆVNENDE EFFEKT



Almindeligt billede og termografibillede (nederst) af udvalgt kontor (2.2.00) installeret med udstyr for kapacitetstest af de termoaktive dæk

HVORDAN PROJEKT-RESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Projektledelse:

Reto M. Hummelshøj
COWI A/S
Parallelsvej 2
2800 Kgs. Lyngby
E-mail: rmh@cowi.dk
Telefon: 56 40 27 66
Web: www.cowi.dk

Projekt:

Titel: Fuldskala demonstration af termoaktive konstruktioner
Nr. 338-041 + 343-011
PSO Program 2006 + 2011
Budget i alt: 2.2142.249 kr.,
hvoraf 1.529.899 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.04.2006-31.01.2012

Program-koordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi

E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk

Der har allerede i projektperioden været stor brancheinteresse for TABS-konceptet. De præfabricerede dækelementer med PEX-slanger har en køleydelse, der er vurderet til at være ca. tre gange så høj som PEX-slanger, der indstøbes i etageadskillelsen på stedet. De præfabricerede elementer matcher også den dominerende danske byggeskik.

Entreprenørvirksomheden NCC planlægger således at lade termoaktive konstruktioner blive en del af sit "Green building"-koncept for kontorbyggeri i lavenergi klasse 2. COWI har med sine TABS-kompetencer opnået en konkurrencefordel og har bl.a. vundet projekteringen af DONG Energy House i Skærbæk og Viborg Rådhus. Det Kgl. Teaters Skuespilhus har også benyttet TABS og vandt Bæredygtig Beton-prisen i 2009.

Spæncom, der har kommercialiseret de præfabricerede termoaktive dækelementer under brandet TermoMax, har også store forventninger til teknologien. Virksomheden har med afsæt i ELFORSK-projektets resultater bereg-

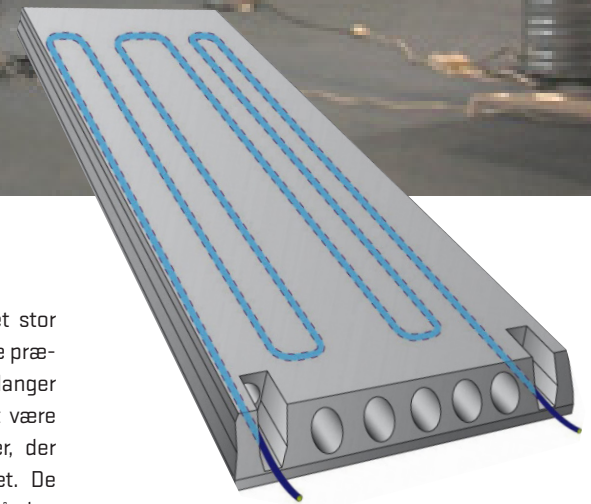


Illustration af et præfabrikeret termoaktivt dækelement, TermoMax fra Spæncom

net effekten for en standard kontorbygning på 3.500 m². Merudgiften til TABS-løsningen løber op i ca. 2,5 mio. kr. Til gengæld spares knap 4,5 mio. kr. på installationer til køling, varme og ventilation, så de samlede anlægsomkostninger reduceres med ca. 1.925.000 kr. Der kan ved normalt brug af bygningen regnes med en årlig driftsbesparelse på ca. 125.000 kr., svarende til ca. 35 kr. pr. m².

Som en yderligere gevinst fremhæver Spæncom og COWI, at TABS-løsningen kan reducere bruttoetagehøjden (inkl. nedhængt loft) så meget, at der gives plads til en ekstra etage på et 7 etagers byggeri.

