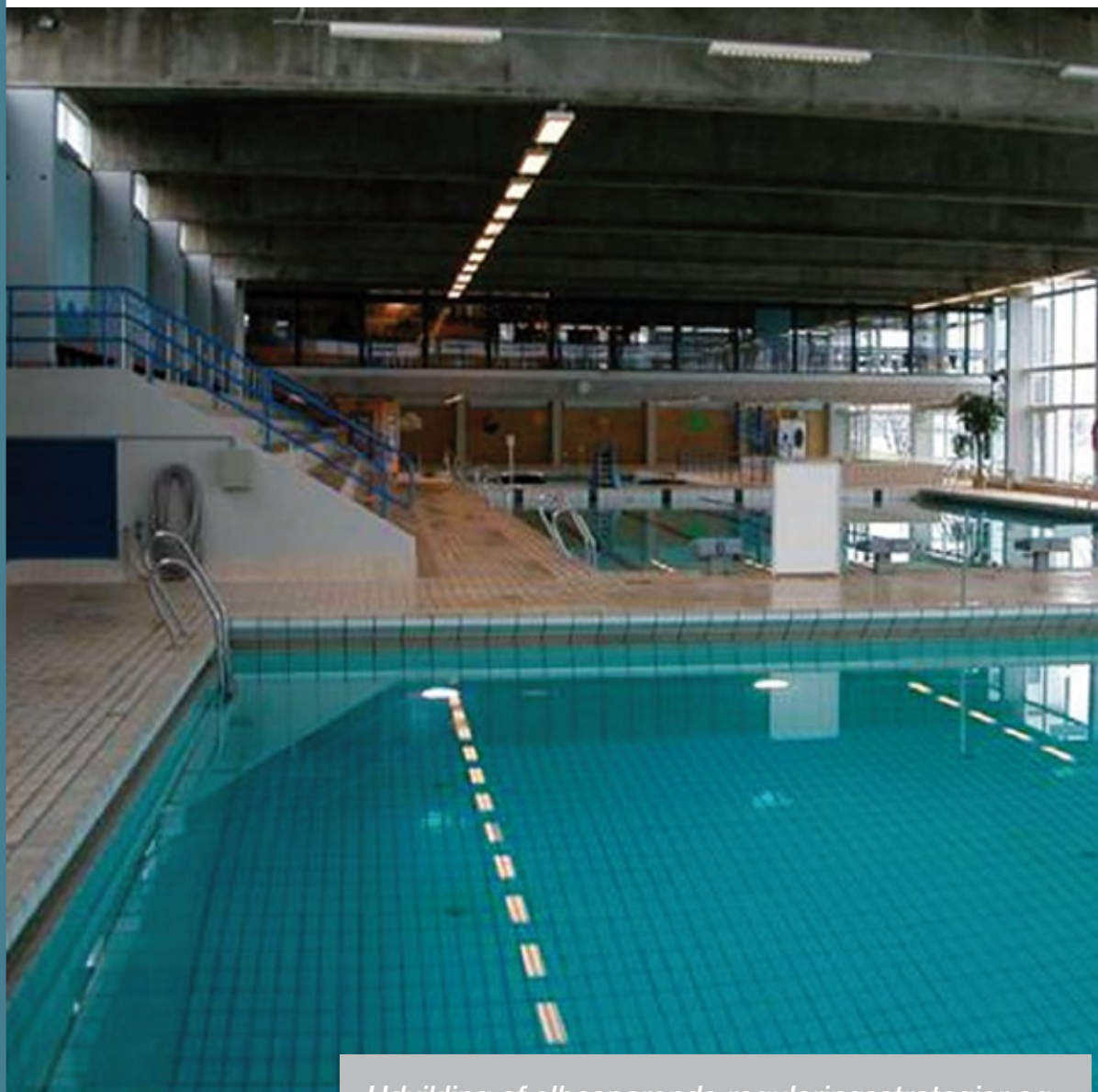


# PSO 2003

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

## Ventilation i svømmehaller



*Udvikling af elbesparende reguleringsstrategier og optimering af ventilationsanlæg i svømmehaller*

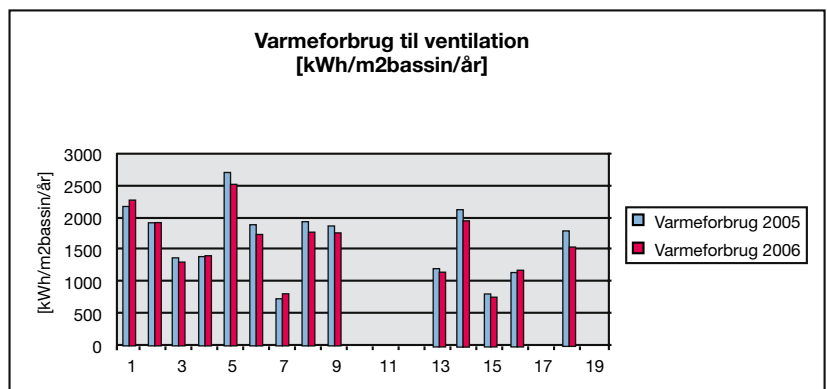
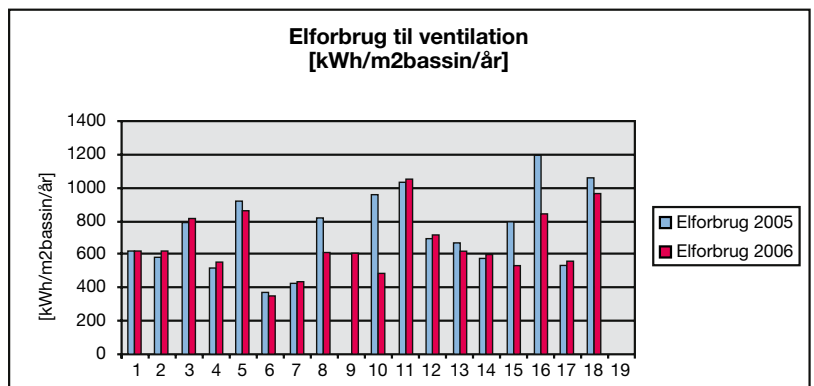


## Resumé:

Hidtil har projektering af svømmehaller været baseret på vanlig praksis, på opførsels- og driftserfaringer fra andre svømmehaller. Der har ikke eksisteret værktøjer til at simulere forskellige tilstande og forskellige brugsmønstre for derigennem at vælge den optimale løsning. Løsningerne er udelukkende valgt efter devisen: "Det virker, og sådan plejer vi at gøre!".

Nye tiltag for energibevidst projektering af svømmehaller sker således i dag udelukkende på basis af viden og erfaringer fra driften – og ikke på baggrund af behovsanalyser. Der er næppe nogen tvivl om, at styring og regulering er et kraftigt redskab til at nedsætte energiforbruget, men det har været vanskeligt at opstille optimale reguleringsforhold, da det ikke har været muligt at simulere og sammenligne driftsforhold, varmegenvindings- og opvarmningsmetodikker mv.

Projektet ønskede derfor at arbejde med at identificere og videreudvikle en række styrings- og reguleringsstrategier til at forbedre driftsøkonomien i svømmehaller – og desuden, at finde frem til den optimale anvendelse og styring af varmepumpeanlæg kontra mere traditionelle opvarmningsformer.



Elforbrug og varmeforbrug i forbindelse med ventilation. Målinger er udført på 18 forskellige svømmehaller i to efterfølgende år.

Næsten alle svømmehaller kan gøres langt mere energieffektive – og der er en bred vifte af mulige besparelser, men stor forskel på hvad der er optimalt i hver enkelt svømmehal



Jordvarmepumpe til opvarmning af både bassinvand, brugsvand og ventilationsluft

## Målsætning:

Projektets hovedformål var at udvikle et operationelt værktøj, der kan simulere forskellige driftssituationer i ventilationsanlægget og give viden om, hvilken type regulering man skal anvende i den pågældende svømmehal for at opnå den mest energiokonomiske drift – og hvad en evt. omprojektering kan forventes at give af udbytte.

Sekundært ønskede man at afdekke, hvad der kan opnås energimæssigt ved at anvende og optimere varmepumper og varmepumpe-drift til ventilationsanlægget – igen udmøntet i et simuleringsprogram, så man før en investering kan afprøve og vurdere effekten i den enkelte svømmehal.

## Processen:

Projektet er gennemført med Alectia som projektleder og assisteret af Teknologisk Institut, Rambøll, SBI (Statens Byggeforskningsinstitut), Force Technology, DTU Byg, JM Projekt, Dansk Svømmebadsteknisk Forening samt diverse svømmehaller.

Teknologisk Institut har sammen med Rambøll stået for kortlægningen af energiforbruget og kigget på varmepumpedriften i forskellige svømmehaller. Mange af disse målinger og iagttagelser har medvirket til, at SBI har kunnet udarbejde det softwareprogram, der er blevet en del af BSim. Også Force Technology har bidraget til programmets tilblivelse med bl.a. opstilling af modeller til beregning af fordampning af vand fra bassiner. Brugsmønstre for svømmehallen har også en stor indvirkning på energiforbruget, så også kortlægning af variationer over disse har måttet foretages. Denne del blev udført af Alectia bistået af diverse svømmehaller.



Varmepumpe i svømmehal til opvarmning af brugsvand

Der er udviklet et beregningsprogram til BSim2002, som gør det muligt at simulere forskellige tiltag og visualisere resultatet, så man kan vælge den optimale løsning i eksisterende såvel som fremtidige svømmehaller

## Resultater:

Projektet har vist, at der er meget stor forskel på de enkelte svømmehaller, som har været med i projektet. Det har også vist, at der med meget små midler på bl.a. varmepumpesiden kan gøres en del. Alene almindelig service og vedligehold samt indregulering af den køletekniske del i varmepumpen vil kunne give en besparelse. Og det uanset, om der er tale om varmegenvinding fra ventilation eller fra badevand.

Ligeledes er det blevet anskueliggjort,

at temperaturer og forskelle på disse mellem bassinvand og svømmehalsluft har en stor betydning for, hvad det koster at drifte en svømmehal. Derfor er det altid interessant at kigge på, hvilke temperaturer der er hvor, og ikke mindst hvornår.

Alle iagttagelserne og udarbejdelsen af matematiske modeller har resulteret i et softwareprogram til simulering af svømmehaller. Dette program er udviklet til at tage hensyn til mange forskellige ting og er

derfor et rimelig komplekst og avanceret program, som henvender sig specielt til personer, som beskæftiger sig med projektering og optimering af svømmehaller - både eksisterende og nye.

De nyudviklede ventilationsmodeller er implementeret i standardversionen af BSim-programpakken og stilles således frit til rådighed for alle brugere. Mere information om BSim kan findes på [www.bsim.dk](http://www.bsim.dk).

## Konklusion:

BSim2002 programmet har via dette projekt fået et modul, så man kan anskueliggøre, hvad der sker med driftsforholdene og energioekonomien, hvis man ændrer på givne forhold og tilstande i et eksisterende svømmehalsanlæg. Man kan dermed sammenligne og vurdere resultatet, inden man går i gang med en investering.

Desuden giver projektet også indsigt i vigtigheden af vedligehold og optimering af de tekniske installationer, indstillinger og deltilstande, betydningen af den rette regulering og tilpasning mellem kapacitet og faktiske, aktuelle behov mv.



# Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frb. C  
Tlf: 35 300 400

## Hvad kan projektet bruges til?

Projektet har i første omgang givet et nyt simuleringværktøj, der kan give mulighed for at simulere mange forskellige tilstande. Dermed bliver der mulighed for at finde den optimale løsning til den enkelte svømmehal. Dette uanset om der er varierende belastning, om der skal til-/ombygges, eller der blot skal effektiviseres. Det giver også mulighed for at finde en løsning, når man er ude efter at få den billigste løsning og alligevel den bedste til prisen.

Ydermere er der blevet sat fokus på, at man skal kigge nøje på forholdet mellem priser på forskellige energiformer for at få den mest økonomiske drift. Ligesom der er gjort opmærksom på nødvendigheden for service, kontrol og vedligehold af alle de tekniske maskiner og installationer. Projektet kan medvirke til, at der kan projekteres mere energibevidst, både når der skal nyprojekteres, og når der skal forandres. Det vil også fremme,

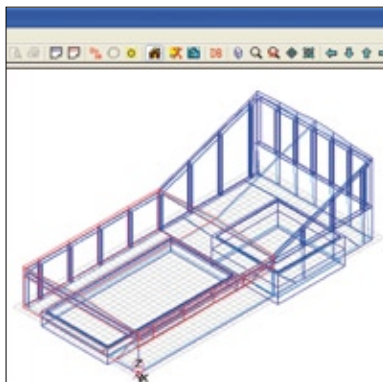
at man kan få indreguleret allerede eksisterende anlæg, så de kommer til at køre mere effektivt. Ligeledes vil der via dette projekt kunne kigges på andre og nyere reguleringsmetoder til fx ventilation og indføres mere behovsstyret regulering, som fx anvendelse af frekvensstyret ventilation, pumpedrift osv..

## Effekt:

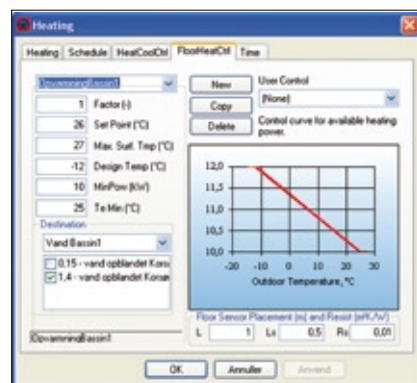
Projektets konkrete kortlægning af driftsforholdene i forskellige svømmehaller har givet et fingerpeg om, at der for mange af dem vil være muligheder for at lave besparelser, men også at der langt hen ad vejen er tænkt i de rigtige retninger.

Størrelsen af besparelser i forbindelse med effektivisering er meget forskellig og er afhængig af både brug, de tekniske installationers beskaffenhed og ikke mindst den daglige drift af selvsamme. Derfor er det forkert her at angive nogle besparelsesprocenter. I stedet vil det være formålstjenligt at få lavet nogle beregninger over selve svømmehallen via BSim og så kigge på tallene for den optimale løsning (svarende til svømmehallens størrelse, udformning og brug).

Dermed bliver det nemmere at tage stilling til, hvilke tiltag der vil kunne svare sig at få udført – hvad enten man anlægger økonomiske eller miljømæssige betragtninger.



*BSim dialog for definition af lag i en konstruktion, der definerer vandet i et svømmebassin. Den samlede vanddybde er inddelt i flere lag, så det er muligt at definere, hvor varmeafgivelsen til vandet sker*



*BSim dialog for opvarmning af vandet i svømmebassin. Her benyttes systemet Heating 2 ned reguleringen floorheating, og varmeafgivelsen defineres på samme måde som i gulvvarme*

[www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)

### Kontaktperson:

Jan Hansen  
Alectia A/S  
Teknikerbyen 34  
2830 Virum

E-mail: [jaha@electia.com](mailto:jaha@electia.com)  
Telefon: 8819 1242  
Web: [www.alectia.com](http://www.alectia.com)

### Projekt:

Titel: Udvikling af elbesparende reguleringsstrategier og optimering af ventilationsanlæg i svømmehaller  
Nr.: 335-004  
PSO Program 2003  
Budget: 3.377.800 kr. Heraf 2.224.400 kr. i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 01.01.2003 – 30.09.2008

### Programkoordinator:

Forskningskoordinator  
Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frederiksberg C.  
E-mail: [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk)  
Telefon: 35 300 934  
Web: [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)