

Hollow victory

Termodeck's passive cooling system of indoor climate control uses hollowed-out concrete slabs through which room air is circulated. During the summer, the fan runs at night, too, passing cool air over the slabs to ensure the temperature remains cool for the day ahead. Andy Cook reports.

PASSIVE COOLING IS BECOMING an increasingly popular choice of climate control for owner-occupiers who like its low energy consumption and minimal maintenance requirements. But some clients, and their consultants, doubt whether the system of concrete slabs and open windows can cope with heat loads generated by computers and the high densities of people in modern buildings.

A 20-year old Scandinavian system that claims to overcome this problem by adapting concrete slabs to improve their cooling capacity, is catching on in the UK.

De Montfort university's £4m Kimberlin library in Leicester is the first of a series of five projects that are set to use the Termodeck concrete slab system. The difference between Termodeck and conventional concrete slabs is that Termodeck has a hollowed-out core

through which room air is circulated. This means that a greater surface area is exposed for heat exchange, so more heat can be absorbed by the thermal mass.

To ensure that the full surface of these hollowcore slabs is used, a fan draws air from the rooms and passes it through the longitudinal bores. During the summer, the fan also runs at night, passing cool night air over the slabs. This provides a cool thermal mass for the day ahead.

The system is more expensive than one using plain slabs. As well as the cost of a fan for controlling the air flow, the slabs, which are converted from standard precast products, must be drilled on site by specialist subcontractors. This involves making long, straight bores connected by bends to form a snaking duct through the slab.

The drilling must be very accurate,

says Larry Taylor of project manager Hall & Tawse. As there is no leeway for error on 100 mm wide holes, it takes about a week to prepare slabs for each floor of the 4000 m² library, he adds. The preparation puts an additional cost of £25-30/m² on to the cost of the slabs, according to project QS Boydens.

Installation costs are also high. Efficient cooling is dependent on the smooth flow of air through the slabs. This means that they must be aligned with great accuracy so that air does not escape from the system, says Taylor. He estimates that it takes twice as long to install Termodeck slabs as it does to install plain ones.

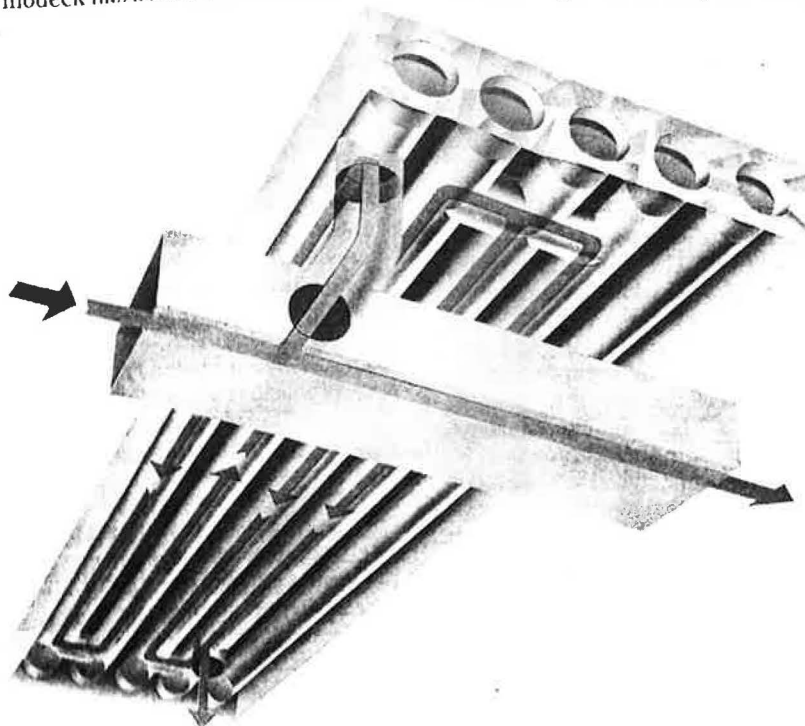
However, build cost was not the main consideration for De Montfort, according to services consultant Atelier Ten, which designed the services system. Managing director Patrick Bellew says that De Montfort was determined to have a low-energy building and was opposed to using a conventional, powered air-conditioning system (estimated to be £100/m² more expensive than the Termodeck system).

Atelier looked at conventional passive systems, but found that their cooling and ventilation capacities were not suitable for the library's high occupancy density of one person per 3.5 m² and the large amount of heat generated by the great number of computer terminals in the building.

Atelier rejected the use of exposed slabs in conjunction with openable windows. Although this "mixed mode" system could have provided sufficient cooling and ventilation, Bellew says that it needed complicated and expensive building management arrangements.

For Termodeck to work efficiently, the building must be air-tight and well insulated, says Bellew. Special attention has been paid by architect Eva Jiricna to sealing the building envelope. For instance, windows could not be sealed using mastic, says Bellew, because it shrinks. Instead, the 2 x 2 m glazing is sealed with gaskets set into transoms and mullions.

Termodeck
Enquiries: 9000



STONE COLD: In the Termodeck system, room air is circulated through a duct that snakes through the concrete slab. This exploits more of the thermal mass than in a conventional plain slab system. Termodeck is being used by ECD Architects in designs for the 9000 m² Goldsmith Learning Resource Centre for Nottingham Trent university.

6 Sammanfattning

Vid en byggnads taknock har man normalt de högsta genomsnittliga luft hastigheterna kring huset. Syftet har varit att studera hur man kan utnyttja detta för att förstärka självdragskrafterna för ventilationen. Försöksobjektet är ett småhus med värmeväxling mellan till- och frånluft. Med en större byggnad blir förhållandena likartade men de termiska och areodynamiska krafterna blir större.

Först gjordes vindtunnelförsök för att bestämma taklutningens och takfotens betydelse för att få hög hastighet och låg turbulens vidnocken. Därefter bestämdes hur donutformningen inverkar på tryckförhållandena. För värmeväxlingen krävs att till- och frånluftkanalerna möts. Sker det också näranocken blir kanaldragningsarna korta. Därför undersökte vi hur man kan nå en stor tryckdifferens mellan till- och frånluftöppningar placerade nära taknocken.

Det visade sig att medelhastigheten över alla vindriktningar vid taknocken ökar i förhållande till den fria hastigheten på samma nivå när taklutningen är över 20°. När vindens infallsvinkel mot taknocken är stor, $> \pm 70^\circ$, dvs när vinden blåser nära nog parallellt mednocken, minskar den emellertid något. För att den genomsnittliga turbulensintensiteten skall vara lägre än den fria krävdes att taklutningen var större än ca 28°. Samma resultat uppnås om takfoten är avrundad redan vid ca 15° taklutningen därför att takutsprånget skapar avlösning och turbulens. Med den avrundade takfoten blev hastigheten högre och turbulensen lägre för alla taklutningar ända upp till ca 35°. Den genomsnittliga hastighetsökningen över alla riktningar vidnocken blev t.ex. med 20° taklutning 16% vid avrundad takfot och 8% med en vanlig takfot.

Turbulensintensiteten är betydligt lägre vidnocken när takfoten är rund än vid konventionell takfot, särskild vid taklutningar under 30°. Med den avrundade takfoten fann vi att en utstickande hängränna ovanför fönstren inte hade någon nämnvärd betydelse för strömningen vidnocken. Vid 20° taklutning beräknades den ventilationsdrivande tryckskillnaden vidnocken vara ca 15% bättre med rund takfot än med konventionell sådan.

I vindtunneln studerade vi sedan tryckfördelningen kringnockdon med de olika formerna - stor cylinder, liten cylinder samt en vingformad och en bågformad taknocksplåt. Den stora cylindern kunde i princip tänkas innehåll-

la värmeväxlaren. På cylindramas vindsida under midjan uppmättes ett övertryck vid alla anblåsningsvinklar inom $\pm 70^\circ$. På deras övre vindsida får man ett stort undertryck. Lovartsidans undertyck blev emellertid ännu större för den vingformade och särskilt den bågformade taknocksplåten. Över hela cylindramas baksida är undertrycket jämnstort. Tryckskillnaderna skärps något om man sätter en utstående plåt vid cylindramas ekvator.

Jämför man tryckskillnaderna över de olika donen ser man att den större cylindern ger större tryckskillnader än den mindre men att dessa kan bli ungefär lika om man sätter en utstående plåt på den lilla cylindern. Ungefär samma tryckskillnader uppnås också med den vingformade taknockprofilen trots att denna är mycket mindre.

För att få tryckminimum närmare toppen av donet, för att slippa alternera utsugspunkten beroende på från vilket håll av huset det blåser, prövades också ett bågformat don vid nocken. Med detta uppmättes det allra största undertrycket. Sannolikt kan ännu större undertryck erhållas med en vingprofil men den skala vi mätte i medgav inte studier av profilers detaljutformning. Men söker man största tryckdifferensen mellan in och utlopp över och under donet och samtidigt bara önskar en utsläppsläppspunkt vid toppen är cylindern med midjeplåt bäst.

Öveslagsberäkningar visade att vinden bör kunna ge mer än 10 gånger större sugkraft med ett taknocksdon utefter nocken än med ett konventionellt utsläpp i ett rör eller en skorsten som sticker upp genom taket. Det beror på bättre tryckförhållanden men framför allt på den väsentligt mycket större utsugarean som man kan få med ett taknocksdon.

Om man, som vi, bedömer att en lägre taklutning ger bättre byggnadsekonomi än en högre och vill utnyttja vinden maximalt för att förbättra det vindinducerade självdraget bör taklutningen ligga mellan 20° och 25° och takfoten vara avrundad. Om man kan tänka sig att rymma värmeväxlaren mellan från- och tilluften i ett rör vid taknocken kan denna ha ganska liten diameter om röret förses med en utstickande plåt längs mitten. Har man värmeväxlaren inomhus är en ving- eller bågformad taknocksplåt med utsläpp och intag av ventilationsluft på över och undersidan att föredra. Vill man med ett sådant don förstärka utsuget på ett befintligt hus med frånluftutsläpp vid yttertakets måste taklutningen överstiga ca 30° för att för att byggnaden skall bidra till att öka hastigheten och minska turbulensen på taknocksnivå.

Med in- och utlopp av ventilationsluft så nära varandra på taket som vi diskuterar kan man befara kortslutning vid svag vind. Därför gjordes också spårgasförsök. Gasen släpptes ut med frånluften i fallet med det bågformade

donet och mättes i tilluftsinnloppet. Inte ens vid mycket låga vindhastigheter kunde emellertid någon kortslutningseffekt mätas upp. Även rökförsök gjordes för att illustrera strömningsförhållandena kring takfot och taknock.

För att utforma ett praktiskt användbart taknocksdon krävs ytterligare studier bl.a. av gavelavlösningens betydelse och en eventuell inverkan av regn och snö.

7 Referenser

- Ansley RM *Architectural Aerodynamic*. Applied Science Publishers.
Melbourne W London 1977.
Vickery BJ
- Boverket *Självdagsventilation*. Byggavdelningen. Februari 1995.
- Glaumann M *Klimatplanering - vind*. Statens inst. för byggnads-
Westerberg U forskning/Svensk Byggtjänst 1988.
- Wirén B *Vindeffekterpåbyggnader*. Kompendium i byggnadsaerody-
namik. Statens institut för byggnadsforskning. Gävle
1993.