

Bilag E22

Naturlig ventilation. Forudsætninger

Der er i øjeblikket stor interesse for indbygning af naturlig ventilation i erhvervsbyggerier i Danmark. Erfaringsgrundlaget er stadig begrænset, men By og Byg har udarbejdet en anvisning under navnet "Naturlig ventilation i erhvervsbyggerier", der behandler dimensioneringen og projekteringen af anlæg af denne type.

I anvisningen er der udarbejdet retningslinier for bestemmelse af interne belastninger og af det termiske ventilationsbehov. Til eftervisning af effekten og energibehovet ved naturlig ventilation er der i dette tilfælde anvendt en kombination af de i By og Byg Anvisningen angivne retningslinier, og simulering med BSIM2000, der giver mulighed for beregning af naturlig ventilation.

Teknikken

Naturlig ventilation er som udgangspunkt drevet af to ting:

- Temperaturforskellen mellem inde og udeluften, der giver et termisk drivtryk, som forøges med den mulige opdriftshøjde, hjulpet af temperaturgradienten.
- Vindovertryk og -undertryk på facade og på tag.

Dette giver en naturlig begrænsning af muligheden for at bortventilere overskudsvarme. Eftersom mekanisk køling ikke er en mulighed, kan der ganske enkelt ikke ventileres med luft der er koldere end udeluften. Hvis temperaturforskellen mellem inde og udeluften bliver minimeret, fx i en sommerperiode, vil det termiske drivtryk forsvinde. Er det samtidigt vindstille vil ventilationen gå helt i stå! Dette er imidlertid vilkårene for projektering af naturlig ventilation. Det er dog erfaringen, at brugerne vil have stor tolerance overfor disse høje inde-temperaturer, hvis de give mulighed for at få medindflydelse på indeklimaet, fx ved at kunne åbne et vindue.

Anlægstype

Der findes flere muligheder for opbygning af anlægget. Arkitekturen af den aktuelle bygning gør, at den er egnet til at ventilere naturligt. Dette begrundes hovedsageligt i at der er mulighed for at anvende det centrale atrium som aftræksområde, mens der kan placeres friskluftindtag i facaden. Den simpleste mulighed er skitseret på figur 1.

Denne løsning indeholder dog flere ulemper. Bl.a. at det er umuligt at opretholde et fornuftigt luftskifte i vinterperioden uden der vil komme kold træk i opholdszonen. Trækproblemet findes der erfaringsmæssigt to løsninger på:

- 1) Der etableres en forvarmning af ventilationsluften, fx ved at trække luften ind bag en radiator, men det kan også, helt eller delvist, gøres ved at luften passerer en solvæg hvor solvarmen anvendes til at forvarme luften.
- 2) Hvis friskluftindtagene udformes som bundhængslede, indadåbnende vinduer er det muligt at opnå den såkaldte coanda-effekt, hvor den kolde ventilationsluft "klæber" til loftet og den vil således falde ned længere inde i luften. Dette muliggør en opblanding af indeluften, hvilket forstærkes af de termiske luftstrømninger fra en radiator monteret under vinduet.

Endvidere vil der være visse dele af bygningen, der er u hensigtsmæssige, eller decideret umulige at ventilere naturligt. Det gælder for toiletter, baderum, kantinekøkken og serverrum.

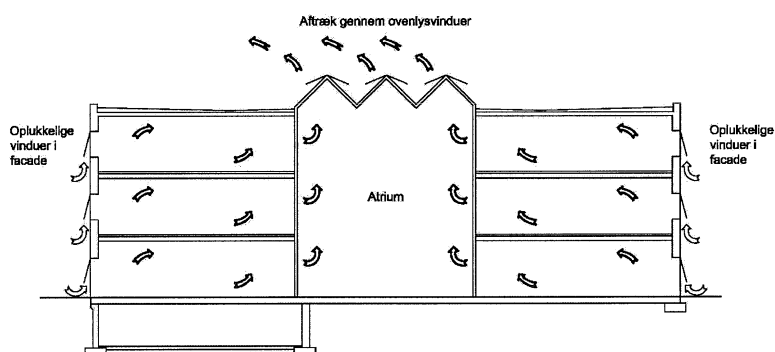


Fig. 1: Principsnit af bygningen med en simpel opbygning af opdrifts ventilation. Friskluftindtaget foregår ved hjælp af oplukkelige vinduer i facaden, mens afkastluften kommer ud gennem vinduerne i ovenlyset.

Valgt løsning

Den valgte løsning er skitseret på figur 2. Her ses det at fristluftindtaget er udformet som et separat, automatisk styret vindue over det manuelt oplukkelige vindue. Afkastluften ledes gennem et spjæld til atriet, hvor den fortsætter ud gennem automatiske åbninger i taget. Der er etableret simpel mekanisk udsugning fra kopirum, bad, køkken mv.

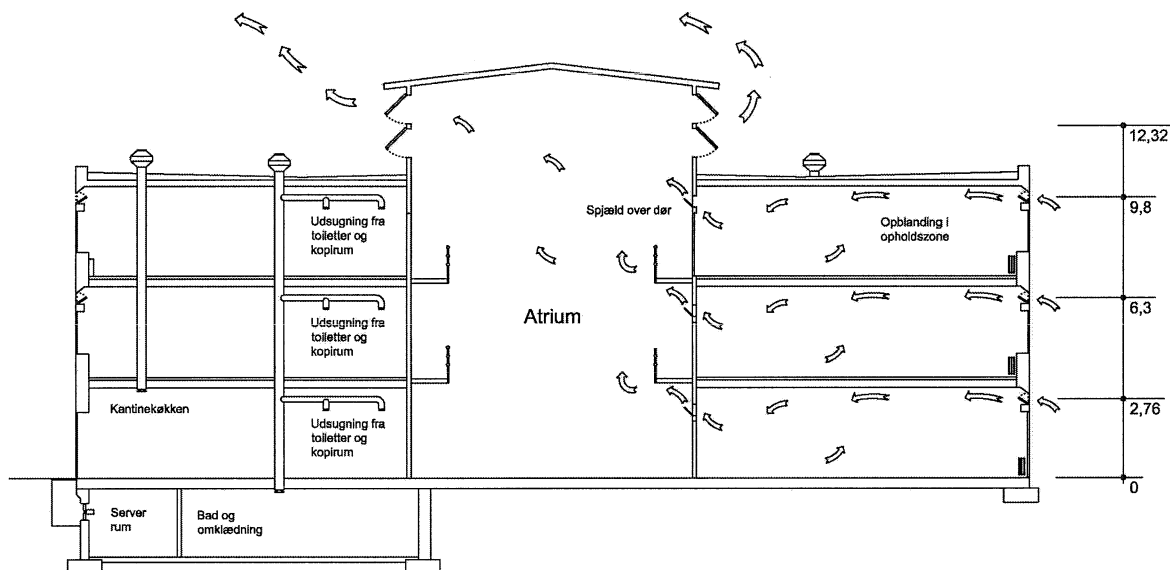


Fig. 2: Principsnit af den valgte løsning. Den naturlige ventilation er skitseret i højre side mens den mekaniske er i venstre. Atriets tagkonstruktion er ændret.

Denne type opdriftsventilation er hovedsageligt drevet af den fra temperaturforskellen hidrørende termiske opdrift. Desuden vil vinden være medvirkende til at skabe et drivtryk. Uanset hvilken retning vinden blæser, vil der altid være overtryk på én facade mens der vil være undertryk på taget. Såfremt vinduesåbningerne styres efter vindretningen er det muligt at udnytte denne trykdifferens. Desuden vil luftens fluktuationer skabe øget luftskifte, når et almindeligt vindue åbnes. I denne undersøgelse vil der dog kun blive set på det opdriftsbetingede luftskifte.

Atriets opbygning ændres således man opnår en panoptisk opbygning, der forbedrer mulighederne for at opnå et tilstrækkeligt stort differenstryk. Det er også påkrævet med temmelig store åbningsarealer i tagkonstruktionen for at nå et neutralplan, som ligger passende højt i bygningen. På trods af denne ændring er det næppe muligt at sikre et lige så stort luftskifte på 2. salen som i stuetaen.

Åbningsarealer

Det ønskes undersøgt om det er praktisk muligt at etablere tilstrækkeligt store åbningsarealer til at sikre et fornuftigt luftskifte. Jf. bilag E11

Med nedenstående forudsætninger er det muligt at bestemme størrelsesordenen for et luftskifte ved en given temperaturforskel mellem inde og udeluft. Beregninger

I taget af atriets tagkonstruktion forudsættes der at være 2 vinduesbånd med 1 meter høje vinduer. Samlet hularreal, op til 60 m².

Friskluftindtagene i facaderne konstrueres som et separat oplukkeligt vindue. Vinduet kan åbnes 15 cm, hvilket giver et åbningsareal på optil 15 m² pr. etage. Højder mellem vinduerne fremgår af figur 2.

Jf. bilag E23 er det muligt at skabe et ganske fornuftigt luftskifte i størrelsesorden 3-10 gange i timen for maksimalt åbne vinduer.

Forudsætninger for BSIM2000-beregning med naturlig ventilation

BSIM beregningen med den naturlige ventilation kommer til at afvige væsentligt fra de øvrige simuleringer. Modellen opbygges med 4 termiske zoner, hvor de øvrige simuleringer kun havde én. Dette gøres for at undersøge, hvorledes den forskellige termiske opdriftshøjde vil have forskellig indflydelse på de forskellige etager.

Konstruktionsdelene er de samme som i basismodellen med undtagelse af tagkonstruktionen, der er ekstraisoleret som beskrevet i bilag E19.

På trods af at tagkonstruktionen rent faktisk er modificeret, er denne ændring ikke medtaget i simuleringen.

Det vælges at gennemføre to simuleringer af basismodellen med naturlig ventilation. En med natkøling og en uden. Desuden foretages der en simulering af en model med ekstra isolering.

Zone-opdeling

Zone 1 opfatter kælderen, mens zone 2-4 omfatter de øvrige etager.

Der er også gjort ændrede forudsætninger hvad angår de interne belastninger og den mekaniske ventilation.

Belastningerne hidrørende fra belysning, personer og udstyr er ligeligt fordelt på stueetagen, 1. og 2. sal.

Der er fortsat mekanisk ventilation af toiletter, bad, køkkener og serverrum. Denne ventilation er i modellen udelukkende placeret i kælderen. Forsimplingen er gjort for at skabe en bedre sammenligningsgrundlag for ventilationen på de øvrige etager. Energiforbruget forbliver tilnærmelsesvist det samme.

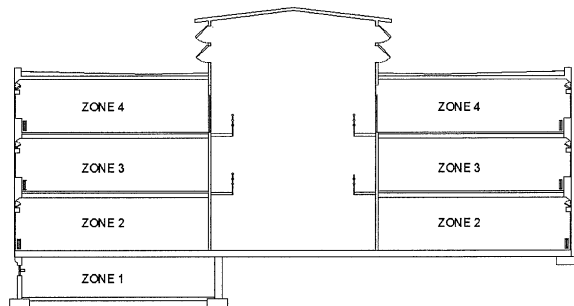


Fig. 3: Zone opdeling af bygningen

Systemer

Styringen af de interne belastninger mv. er den samme som i de øvrige simuleringer (se bilag E14).

Der er i denne simulering set bort fra infiltrationstabt i kælderen, mens der i de øvrige etager er en infiltration på 0,1/hr uden for arbejdstiden. Beregningsprincipperne i programmet gør, at det, energimæssigt, er mest korrekt at simulere basisluftskiftet på 1,3 /hr som infiltration, mens den temperaturstyrende ekstra ventilering indgår som "venting".

Den naturlige ventilation er simuleret med funktionen "venting", der kan anvendes til alle former for naturlig ventilation. Ventilationsparametrene er som nedenstående:

Basic AirChange [/h]	Luftskifte ved fuldt åbne vinduer og normale udeforhold.
TmpFactor	Beregnes vha. hjælpeboksen med varierende dH.
TmpPower	Temperaturafhængighed, 0,5
Windfactor	Vindafhængighed, lav, 0,1
Max AirChange [/h]	Sættes i alle etagerne til 5 hr ⁻¹ , idet der ellers vil blive for stor turbulens i opholdszone.

I hjælpeboksens felter indsættes de geometriske størrelser for etagen idet det forudsættes at afkaståbningen "deles" mellem de tre etager, der således får 20 m² hver.

Zone 1 (kælder)

Mekanisk ventilation fra toiletter, køkken, kopirum, server rum mv. Ingen varmegenvinding. Luftskifte: 08-11: 0,32 m³/s. 11-13: 0,72 m³/s. 13-17: 0,32 m³/s. 17-08: 0,05 m³/s. Indtastet som infiltration.

Belysning: 1,2 kW

Personbelastning: 0 pers

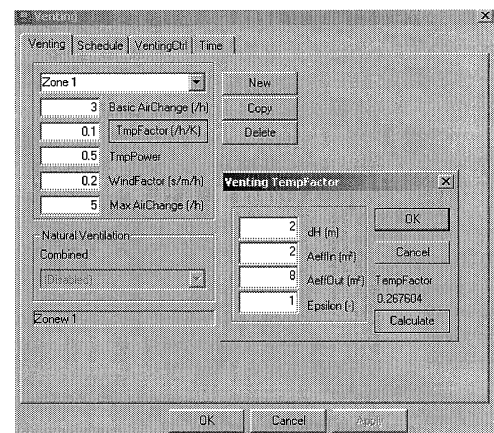


Fig. 4: Dialogboks for indtastning af forudsætninger for naturlig ventilation.

Udstyr: 3,2 kW

Opvarmning: 50 kW

Zone 2-4 (stueetage, 1. sal og 2. sal)

Naturlig ventilation: Luftsifte og temperaturfaktor efter skema 4 i bilag E23. Ventilationen er reguleret ud fra indetemperaturen, der ønskes at være 22 °C,. Ved temperaturer over 23 °C reguleres vinduesåbningerne således at luftsiftet vokser.

Belysning: 4.0 kW

Personbelastning: 50 pers

Udstyr: 9.0 kW

Opvarmning: 50 kW

Natkøling

Den naturlige ventilation giver mulighed for en helt gratis natkøling. Denne kan dog være svær at implementere i simuleringsmodellen, idet det ikke er muligt at indtaste detaljerede forudsætninger for dens brug. I denne model er natkølingen derfor kun aktiv i de tre sommermåneder, hvor der vil komme ekstra ventilering hvis inde-temperaturen kommer over 23 °C uden for arbejdstiden.

Skematisk oversigt af luftskifter

	Kælder	Stueetage	1. sal	2. sal
Infiltration i brugstid	0,05-0,3	1,3	1,3	1,3
Infiltration uden for brugstid	0,1	0,1	0,1	0,1
Naturlig ventilation i brugstid (Basic AirChange)	-	8,6	6,0	1,5
Naturlig ventilation uden for brugstid (natkøling)	-	9,9	7,3	2,8