

## Sådan implementeres naturlig ventilation og hybrid ventilation i Be18

Program: Be18

Udvikling og vedligeholdelse: SBI

### Introduktion

Beregningsprogrammet Be18 benyttes til at dokumentere, at en bygning opfylder bygningsreglementets energibestemmelser. Til programmet hører SBI anvisning 213, hvor der findes god vejledning til hvorledes naturlig og hybrid ventilation håndteres i Be18. Formålet med dette dokument er at tilføje øvrig brugbar information i forhold til at benytte naturlig og hybrid ventilation i Be18.

I dette dokument betragtes kun kategorien 'andre bygninger end boliger'.



SBI-anvisning 213



## Ventilation

### Uddrag fra SBI anvisning 213 vedr. ventilation:

'Ventilationen bestemmes på grundlag af ventilationssystemernes gennemsnitsydelse i de enkelte rum i bygningens brugstid, henholdsvis om vinteren og om sommeren i varme perioder, fx i juli og august. Ved fastlæggelse af den gennemsnitlige ydelse tages der hensyn til en eventuel behovsstyring og belastningerne i rummene'.

Naturlig og hybrid ventilation er behovsstyret ventilation ved, at der i hver enkelt ventilationszone kontinuerligt måles temperatur- og CO<sub>2</sub> niveauer og med udgangspunkt i disse samt lokale vejrdata styres omfanget af ventilation.

Det er vigtigt, at der ved fastsættelse af gennemsnitsydelse for de enkelte rum tages hensyn til denne behovsstyring, så man ikke indtaster et urealistisk stort luftskifte om vinteren og dermed opnår et urealistisk stort varmeforbrug.

I Be18 indtastes naturlig ventilation i skemaet under 'Ventilation'. Nedenfor ses SBI's beregningseksempel for et kontorhus, hvor kontorområder og gange er naturligt ventileret og møderum og kantine ventileres ved hybrid ventilation. Markeret med blå ses den naturlige ventilation for vinter hhv. sommer dag og nat for kontorer og gange.

Ventilation	Areal (m <sup>2</sup> )	Fo. -	qm (l/s m <sup>2</sup> )	n vgv (-)	ti (°C)	EI-VF	qn (l/s m <sup>2</sup> )	qn (l/s m <sup>2</sup> )	SEL (kJ/m <sup>2</sup> )	qm.s (l/s m <sup>2</sup> )	qn.s (l/s m <sup>2</sup> )	qm.n (l/s m <sup>2</sup> )	qn.n (l/s m <sup>2</sup> )
Zone	613.2		Vinter			0/1	Vinter	Vinter		Sommer	Sommer	Nat	Nat
1 Møderum	89	1	1,68	0,85	18	0	0,09	0,05	1,5	1,68	2,4	1,68	0
2 Kantine	74	0,5	2,4	0,85	18	0	0,09	0,05	1,5	2,4	2,4	2,4	0
3 Toiletter	30,6	1	1,63	0	0	0	0	0,05	0,6	1,63	0	1,63	0
4 Kontorer	316,2	1	0	0	0	0	0,6	0,05	0	0	2,4	0	1,5
5 Gang og reception	140,4	1	0	0	0	0	0,3	0,05	0	0	2,4	0	1,5
6													

Udsnit af SBI's beregningseksempel for en administrationsbygning. Kan tilgås via Be18



# Naturlig ventilation om vinteren i brugstiden

Naturlig ventilation om vinteren i brugstiden benævnes qn.

qn er som nævnt en gennemsnitsydelse i bygningens brugstiden og dermed ikke lig det behov, der er, når rummet er fuldt belastet. Standardværdien i Be18 for brugstid for fx et kontorområde er 45 t/uge. Da en normal arbejdsuge er under 45 t/uge og da de ansatte i øvrigt for de fleste kontorbrug holder møder, går til frokost, arbejder hjemme osv. vil det ofte være passende at sætte en samtidighedsfaktor for personer på 80 %, når der benyttes en brugstid på 45 t/uge.

Nedenfor illustreres princippet for beregning af qn (gennemsnitsydelse om vinteren) for et kontorhus.

## Følgende antages:

Det samlede kontorareal med naturlig ventilation er 500m<sup>2</sup>.

Rumhøjden er 3 m.

Samlet antal arbejdspladser er 50.

I Be18 tages, som nævnt, hensyn til behovsstyring og der indtastes en gennemsnitsydelse for området.

For at finde gennemsnitsydelsen regnes nu videre med, at der i snit er 40 personer i brugstiden (80 % samtidighed). Brugstiden er som tidligere beskrevet 45 t/uge.

## Der laves således en beregning med følgende antagelser:

40 personer i snit 45 t/uge (80 % samtidighed for personer).

Rumvolumen: 500 x 3 = 1500 m<sup>3</sup>.

CO<sub>2</sub>-niveau på maks. 1000 ppm.

Ved brug af fortyndingsligningen findes gennemsnitsydelsen. Dvs. den ydelse, som er nødvendig for, at CO<sub>2</sub> niveauet ikke overstiger 1000 ppm ved 40 personer på 1500 m<sup>3</sup>.

## Resultat:

0,55 l/s pr. m<sup>2</sup>.

Denne værdi kan bruges som qn for enkelt høje kontorområder i dette eksempel.

Ændres rumhøjden til fx 6,5 m vil qn ændres til 0,4 l/s pr. m<sup>2</sup>.

Det er også en mulighed at benytte F0. For 'almindelige' rum, som kontorbrug, anbefaler vi dog den netop gennemgåede metode.

# Naturlig ventilation om sommeren i brugstiden

I SBi anvisning 213 er beskrevet to metoder hvorpå gennemsnitsydelsen kan findes.

## Metode 1

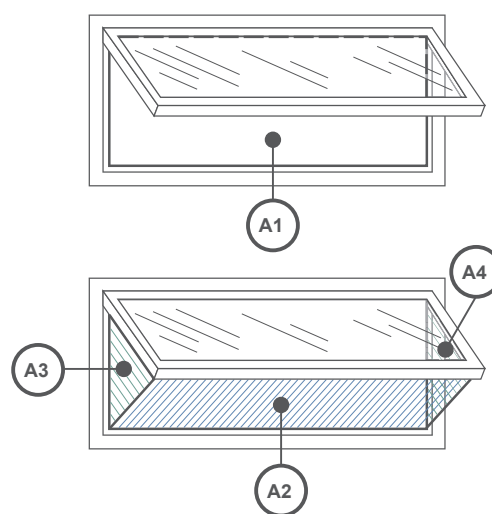
Uddrag fra SBi anvisning 213 vedr. naturlig ventilation om sommeren i brugstiden:

*'I rum med naturlig ventilation gennem automatisk styrede vinduer eller lemme, kan der normalt i brugstiden i varme sommerperioder som gennemsnit antages en ventilation på 1,8 liter/sek. pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal svarende til et luftskifte på ca. 3,0 gange pr. time, medmindre der dokumenteres en højere værdi. Antagelsen forudsætter, at der er et effektivt åbningsareal svarende til mindst 1,5 % af etagearealet ved tværv ventilation og mindst 4,0 % ved ensidet placering af åbningerne.'*

## Definition på effektivt åbningsareal

Det effektive åbningsareal er summen af effektive åbningsarealer i ventilationszonen. For et vindue beregnes det effektive åbningsareal, som vinduets geometriske åbningsareal dvs. arealet, som er til rådighed, når vinduet står åben for ventilation ganget med vinduets udstrømningskoefficient, som normalt sættes til 0,7 for vinduer.

$$A_{\text{geo}} = A1 \text{ eller } A2 + A3 + A4.$$



Eksempel på geometrisk åbningsareal



Det mindste areal af de to er vinduets geometriske åbningsareal.

Der skal tages stilling til om konstruktioner, solafskærmning og lignede blokerer for luften og dermed reducerer det geometriske åbningsareal.

Når det geometriske åbningsareal er fastsat ganges med 0,7 og hermed haves det effektive åbningsareal.

$$A_{\text{eff}} = 0,7 \times A_{\text{geo}}$$

## Metode 2

Uddrag fra SBi anvisning 213 vedr. højere luftskifter end de værdier metode 1 angiver:

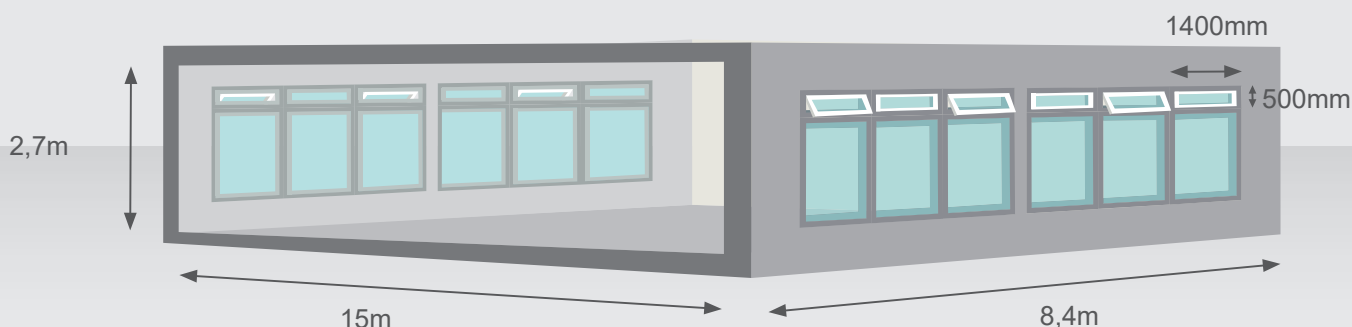
*'Højere værdier for naturlig ventilation i brugstiden og om natten i varme sommerperioder kan dokumenteres*

*med metoderne angivet i SBi 2008:19, Hybrid ventilation i kontorer og institutioner (Aggerholm, Heiselberg & Bergsøe, 2008)'.*

På WindowMasters hjemmeside, [windowmaster.dk/nvberegning](http://windowmaster.dk/nvberegning), kan du finde en beregner, som kan fastsætte luftskiftets størrelse i en given zone med naturlig ventilation ved brug af de nævnte metoder.

Du er ligeledes velkommen til at kontakte WindowMaster for hjælp til beregning af luftskifter og øvrig hjælp til projektering af naturlig og hybrid ventilation.

Nedenfor ses eksempel på beregning af luftskifte ved brug af metoderne angivet i SBi 2008:19, Hybrid ventilation i kontorer og institutioner.



## Luftskifteberegning – storrumskontorudsnit

Gulvareal:  $8,4 \times 15 = 126 \text{ m}^2$ .

Rumhøjde = 2,7 m.

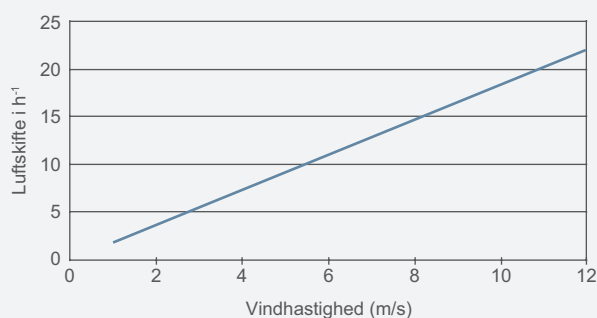
- Tre vinduesopluk mod syd og tre opluk mod nord.
- Terrænforhold: forstad.
- Tværv ventilation.
- Vindues højde lig 500 mm og bredde lig 1400 mm.
- Vinduerne er placeret forskudt langs facaden.
- Effektiv kædelængde lig 200 mm.
- $A_{\text{geo}} = 0,32 \text{ m}^2$  pr. vindue.

$$A_{\text{eff}} = 0,32 \times 0,7 = 0,22 \text{ m}^2 \text{ pr. vindue.}$$

Total  $A_{\text{eff}}$  lig  $1,26 \text{ m}^2$  hvilket svarer til 1% af gulvarealet.

I figuren nederst ses en luftskifteberegning for det aktuelle storrumskontor.

Som det fremgår af figuren er det muligt at opnå høje luftskifter selv ved lave vindhastigheder.



## Naturlig ventilation om sommeren om natten

For naturlig ventilation om sommeren om natten vil det ofte være relevant med en højere værdi end der er oplyst i SBI anvisning 213. Særligt hvis der er opdriftsventilation dvs. højdeforskel mellem indtag og afkast eller hvis der kan etableres mere åbning end svarende til 1 % af etagearealet.

### Uddrag fra SBI anvisning 213 vedr. naturlig ventilation om sommeren om natten:

*'I rum med naturlig ventilation gennem åbne vinduer eller lignende antages der normalt om natten uden for brugstiden i varme sommerperioder som gennemsnit en ventilation på 0,6 liter/sek. pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal, svarende til et luftskifte på ca. 1,0 gange pr. time når vinduerne står åbne, medmindre der dokumenteres en højere værdi.'*

*'Antagelsen forudsætter, at der er et effektivt åbningsareal svarende til mindst 1,0 % af etagearealet ved tværv ventilation og mindst 2,0 % ved ensidet placering af åbningerne.'*

## Hybrid ventilation

Det er ligeledes muligt at indtaste hybrid ventilation i Be18. Det er her en god ide at kigge ekstra godt i resultatfilen for at tjekke at energiforbruget hen over året ser fornuftigt ud. Evt. kan det ved hybrid ventilation være nødvendigt at lave separate beregninger for at opnå et mere præcist billede af energiforbruget i bygningen. Ved naturlig ventilation i kombination med assisterende mekanisk udsugning er det vigtigt, at SEL-værdien indtastes korrekt. Denne er væsentlig mindre ved udsugning end ved balanceret mekanisk ventilation, da systemet er langt simplere. Kontakt gerne WindowMaster for sparring vedr. Be18 og hybrid ventilation.

## Tillæg til energirammen for andre bygninger end boliger

Man skal være opmærksom på, at energirammen, for nogle tilfælde, kan forhøjes med et tillæg. Det kan fx være for sportsfaciliteter, hvor der er stor loftshøjde og lang brugstid.

Uddrag fra SBI anvisning 213 vedr. tillæg:

*'1.3.3 Tillæg til energirammen i andre bygninger end boliger*

*I andre bygninger end boliger eller bygningsafsnit heri med behov for et højt belyningsniveau, ekstra meget ventilation, et stort forbrug af varmt brugsvand, lang brugstid eller stor lofthøjde (over 4 meter), forhøjes energirammen med et tillæg, der netop svarer til det beregnede ekstra energiforbrug hertil.*

### Tillæggene gælder også for lavenergibyggeri.

#### Tillægget gives i forhold til:

- En almen belysning på 300 lux.
- En ventilation på 1,2 liter/sek. pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal i brugstiden i opvarmningssæsonen af hensyn til atmosfærisk indeklima.
- Et varmtvandsforbrug på 100 liter pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal pr. år.
- En brugstid på 45 timer pr. uge.
- En lofthøjde over 4,0 m.

*Ved beregning af tillægget for højt belyningsniveau, ekstra meget ventilation, stort varmtvandsforbrug eller lang brugstid ses der samlet på bygningen eller et bygningsafsnit.*

*Desuden er der tillæg til energirammen for rum med en lofthøjde på mere end 4,0 m, såfremt det skyldes rummets funktion fx sports- eller industrihaller og arealet af bygningens klimaskærm divideret med etagearealet overstiger 3,0. Tillægget beregnes som forskellen mellem energibehovet for bygningen med en fiktiv lofthøjde i det høje rum på 4,0 m, der overholder energirammen, og energibehovet for bygningen med den aktuelle lofthøjde i det høje rum. Har det høje rum vinduer, døre og porte, der udgør mere end 25 pct. af gulvarealet, nedskaleres arealet af vinduer, døre og porte i målestoksforholdet 4,0 m/aktuel loftshøjde, dog således, at det ikke bliver mindre end 25 pct. af gulvarealet.'*



WindowMaster skaber sunde, sikre og bæredygtige indeklimaløsninger i bygninger, til glæde for de mennesker som arbejder og opholder sig der. Det sker ved automatisk at ventilere rummene med masser af frisk luft, gennem vinduer i facade og tag. Vi tilbyder byggebranchen en fremsynet og fleksibel løsning i højeste kvalitet, i form af vores intelligente vinduesåbnere og kontrolsystemer til naturlig ventilation, hybrid ventilation og brandventilation.

WindowMaster beskæftiger højt specialiserede cleantech medarbejdere i Danmark, Norge, Tyskland, England, Schweiz og USA. Derudover har vi et bredt netværk af certificerede partnere. Vores erfaring er opbygget siden 1990 og vi stiller den med glæde til rådighed for at hjælpe byggebranchen med at opnå deres grønne forpligtelser, samt arkitektoniske og tekniske ambitioner.

[windowmaster.com](http://windowmaster.com)

**WINDOW  
Master®**  
Fresh Air. Fresh People.