



# Beregning af bygningers energibehov Ækvivalensdata for særlige komponenter og løsninger

Den følgende tekst stammer fra AAU's vejledning: [Vejledning om Ækvivalensdata for særlige komponenter og løsninger](#) - vers 2022.03.15. Nedenstående afsnit er derfor et uddrag fra vejledningen med særligt fokus på beregningen af energieffekten ved brug af Ventilationsvinduet.

## Ventilationsvinduer

I ventilationsvinduer trækkes der udeluft ind i bygningen gennem en luftspalte mellem den ydre og den indre rude i vinduet, når vinduet er lukket. Udeluften tilføres nederst i luftspalten og trækkes ind i bygningen fra toppen af luftspalten. Funktionen forudsætter, at luftspalten er tæt mod omgivelserne, bortset fra ventilerne som leder udeluften til bygningen ind i og ud fra luftspalten.

Ventilationsvinduer kan således erstatte udeluftventiler, hvor udeluften tilføres direkte fra det fri. Ventilationsvinduet forvarmer udeluften, inden den kommer ind i rummet, til gavn for komforten. Varmen til forvarmningen af udeluften tages fra rummet. Forvarmningen af udeluften bliver størst, når den ydre rude er bedre isolerende end den indre rude.

I ventilationsvinduer bliver den ydre rude kølet af den indstrømmende luft, hvilket reducerer varmetabet fra glasset. Dette kan i Be18 indregnes ved at reducere b-værdien for vinduet. Størrelsen af reduktionen skal i givet fald dokumenteres ved test af vinduets varmetab i afhængighed af luftstrømmen gennem vinduet. Testen skal i videst muligt omfang baseres på gældende standarder for test af almindelige vinduer, da der ikke foreligger specifikke standarder for test af ventilationsvinduer. Det vil normalt være producenten af ventilationsvinduet, som sørger for testen og dokumentationen.

For at kunne bestemme temperaturfaktoren for glasset i ventilationsvinduet udføres en laboratiemåling. Målingerne foretages ved forskellige luftmængder, for at fastsætte glassets temperaturfaktor i forhold til luftstrømmen. Laboratiemålingen udføres på et vindue med CEN-standardstørrelsen bredde: 1,23 m x højde: 1,48 m. Testforudsætningerne omfatter en glasoverfladetemperatur på den indvendige side af den ydre rude, med en simuleret udetemperatur på 0 °C og en indetemperatur på 20 °C.





Glasoverfladetemperaturen bestemmes som gennemsnittet af overfladetemperaturen målt i 15 punkter jævnt fordelte med 3 punkter i 5 højder, som hver repræsenterer en lige stor del af den udvendige rudes areal, svarende til 1/5-del af glashøjden og 1/3-del af glasbredden.

Metoden forudsætter, at den ydre rude som minimum har to lag glas som fx i en almindelig termorude, da måleusikkerheden ellers bliver for stor. Ventilationsvinduet er opbygget som en 2+1 vindueskonstruktion med en 2-lags termorude udvendig og en indvendig forsatsramme med en 6 mm rude.

Temperaturfaktoren for glasset i vinduet i afhængighed af luftstrømmen gennem vinduet bestemmes ud fra varmebalancen, som:

$$b^* = (U_{rude}/U_g) \cdot (T_{overflade} - T_{ude}) / (T_{inde} - T_{ude})$$

Hvor

$U_{rude}$	er den ydre termorudes U-værdi, fra indvendig overflade og ud
$U_g$	er glaslagenes samlede U-værdi, uden luftstrøm gennem vinduet, bestemt efter gældende standarder
$T_{overflade}$	er overfladetemperaturen målt på den indvendige side af den ydre termorude
$T_{inde}$	er målt indetemperatur efter testen
$T_{ude}$	er målt udetemperatur efter testen

Den ydre termorudes U-værdi,  $U_{rude}$  fra indvendig overflade og ud bestemmes, så den beregnede temperaturfaktor,  $b^*$  bliver 1,00, når der ikke er luftstrøm gennem vinduet. For vinduet med standardhøjden 1,48 m bestemmes overfladetemperaturen som middel af temperaturen i de 15 målepunkter.

For at kunne håndtere vinduer med en højde, som afviger fra standardhøjden, foretages der beregning af rudens indvendige middel-overfladetemperatur og temperaturfaktor,  $b^*$ , hvor der medtages flere eller færre rækker af målepunkter.

Beregningen foretages med spring i glashøjden på 1/5-del af glashøjden i standardvinduet fx fra 3/5-del glashøjde til 8/5-del glashøjde. Ved beregning af de tilsvarende vindueshøjder forudsættes samme karm og ramme som i det testede standardvindue.





For vinduet med 3/5-del glashøjde medtages kun de 3 nederste rækker målepunkter, ved bestemmelse af temperaturfaktoren. For vinduet med 4/5-del glashøjde medtages de 4 nederste rækker målepunkter. For vinduer med 6/5-del glashøjde, 7/5-del glashøjde osv. medtages den øverste række målepunkter en, to osv. ekstra gange ved bestemmelse af temperaturfaktoren.

For vinduer, der har en højde som ligger mellem de således bestemte vindueshøjder og temperaturfaktorer, skal der interpoleres.

For at kunne håndtere vinduer med en bredde, som afviger fra standardbredden, angives luftstrømmen i l/s pr. meter glasbredde. Vinduets faktiske glasbredde antages ikke at påvirke temperaturfaktoren væsentligt, forudsat at der er mindst en luftindtagsventil pr. 2,00 meter glasbredde.

Vinduets temperaturfaktor i afhængighed af luftstrømmen bestemmes som:

$$b = b^* \cdot f_{vv} + (1 - f_{vv})$$

Hvor

$f_{vv}$  er ventilationsvinduets glasandel

Temperaturfaktoren,  $b$ , bestemmes individuelt for det enkelte ventilationsvindue i afhængighed af vinduets opbygning og dimensioner.

Når der ikke er luftstrøm gennem vinduet, angives vinduets U-værdi og g-værdi, som for et almindeligt vindue.

Ventilationsvinduer fungerer bedst sammen med konstant mekanisk udsugning og en lufttæt bygning. Den mekaniske udsugning kan enten være i form af: aftræksventilatorer fra køkken og bad uden varmegenvinding eller via en udsugsvarmepumpe-løsning med varmegenvinding.

Den forventede luftstrøm gennem vinduet bestemmes under hensyntagen til den valgte udsugningsløsning i bygningen. Hvis udsugningen varierer over tid, anvendes middelluftstrømmen ved bestemmelse af de korrigerede  $b$ -værdier og  $g$ -værdier.

Der må ikke i forbindelse med mekanisk udsugning eller naturlig ventilation ændres i dataene for ventilationssystemet i bygningen, da alle effekter af ventilationsvinduerne er medtaget direkte under vinduerne.





Ventilationsvinduer er ikke egnede i forbindelse med balanceret mekanisk ventilation. Ventilationsvindues-løsningen kombineret med enten: aftræksventilatorer fra køkken og bad uden varmegenvinding eller via en udsugsvarmepumpe-løsning med varmegenvinding. Dette er med til at spare ventilationsaggregatet, samt indblæsningskanaler.

Hvis der hverken antages forøgelse af g-værdien om vinteren eller reduktion om sommeren, benyttes der værdier for solafskærmning som i almindelige vinduer.

### **Eksempel**

For et ventilationsvindue med 2 lag glas udvendig med energibelægning og gasfyldning og et lag glas indvendig foreligger der dokumentation for vinduets b-værdi henholdsvis uden luftstrøm og ved en luftstrøm gennem vinduet på 2-8 l/s, se eksempel i tabel.

Tabel. Eksempel på b-værdi for et ventilationsvindue.

Luftstrøm l/s	0	2	4	6	8
b-værdi	1,00	0,95	0,90	0,86	0,81

Hvis der indsuges fx 5 l/s gennem ventilationsvinduet, skal der angives en b-værdi for vinduet på 0,88.

