

Beregning af fugtbelastninger

Når et affugtningsanlæg skal dimensioneres, er det vigtigt at kunne målsætte fugtbelastningen, som anlægget skal fjerne.

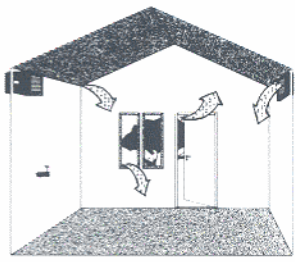
1. Ukontrolleret ventilation

Når der i et rum skal opretholdes en lufttilstand med et vandindhold eller relativ fugtighed der er lavere end ude-luftens, fås en fugtbelastning på grund af en ukontrolleret ventilation eller lækage, der er forårsaget af forskelle i luftens tryk. Dette skyldes først og fremmest vindtrykket udefra, der skaber et overtryk på bygningens vindside og et undertryk på læsiden. Endvidere bidrager forskellen på luftens densitet/tæthed også med den såkaldte skorstensvirkning. Forskellen i tæthed beror på temperaturforskelle samt fugtdifferens.

Når alle forudsætninger er fastlagt, såsom lufttilstand inde i rummet og ude i det fri, er beregningen forholdsvis enkel. Imidlertid indgår der i formelen den faktor, der benævnes lækage eller infiltration og er udtrykt i m³/h. Denne faktor er meget vigtig.

Der er forskellige måder at fastlægge den på, og dette er en del af leverandørernes specialviden. Ukontrolleret ventilation omfatter også åbning af døre og porte samt conveyor-åbninger. Denne lækage kan også have stor betydning, og er vigtig at fastlægge i samarbejde med brugerne.

Ukontrolleret ventilation



$$M = q_v \cdot \rho \cdot (x_1 - x_2)$$

M = Fugtbelastning, g/h
 q_v = Luftlækage, m³/h ¹⁾
 ρ = Luftens densitet, kg/m³
 x_1 = Vandindhold, udeluft, g/kg
 x_2 = Vandindhold rumluft, g/kg
¹⁾ rumvolumen · luftskifte/h



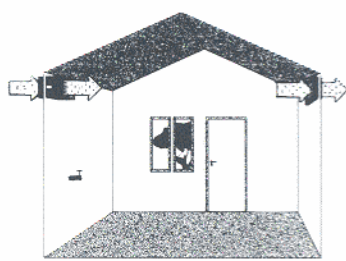
2. Kontrolleret ventilation

Friskluftforsyning anvendes af 3 hovedårsager:

- A. Frisk luft til mennesker i lokalet(rummet).
- B. Erstatningsluft for udsugningsventilation.
- C. For at holde et overtryk i rummet.


Friskluftmængden kan variere ganske meget for hver af disse grupper. For friskluft kun til personer indgår flere faktorer til fastlæggelse af mængden og dermed fugtbelastningen. I almindelighed vil det være en fordel at fjerne fugtigheden fra frisklufttilførslen før det blæses ind i rummet, da det ellers vil medføre et overdimensioneret anlæg.

Kontrolleret ventilation



$$M = q_v \cdot \rho \cdot (x_1 - x_2)$$


M = Fugtbelastning, g/h
 q_v = Lufttilførsel, m³/h
 ρ = Luftens densitet, kg/m³
 x_1 = Vandindhold, udeluft, g/kg
 x_2 = Vandindhold, rumluft, g/kg



3. Fordampning fra vandoverflader

I beregningen indgår en række værdier, der kan fastlægges ud fra tabeller eller et IX-diagram, men varmeovergangskoefficienten alpha afgøres ud fra erfaringer hos teknikeren samt hvilken applikation, der er tale om. For et svømmebassin vil alpha sædvanligvis blive fastlagt ud fra en rolig overflade. Her ønskes altså så lille en fordampning som muligt. Ved andre applikationer, som for eksempel tanktørring, ønskes en så stor fordampning som muligt for derved at kunne tørre tanken indenfor en bestemt tid eller arbejds cyklus.

Fordampning fra vandoverflader



$$M = \frac{\alpha}{c_p} A (x_1 - x_2)$$

M = Fugtbelastning, g/h
 α = Varmeovergangskoefficient, W/m²·°C
 c_p = Luftens spec. varme, 1,0 kJ/kg·°C·3600, s/h
 A = Vandoverflader, m²
 x_1 = Vandindhold i mættet luft ved vandoverflade, g/kg
 x_2 = Vandindhold rumluft, g/kg



4. Fugtafgivelse fra mennesker

Mennesker afgiver fugt hele tiden, dels via udåndingsluften dels via fordampning fra huden. I denne sammenhæng kan nævnes at overfladen på et gennemsnitsmenneske er 1,8 m². Mængden, der afgives er imidlertid meget varierende, afhængig af aktivitetsniveauet og temperaturen. De færreste tænker over dette, og slet ikke hvor store mængder det kan være.

Ved mere sammensatte tilfælde stammer fugtbelastningen eksempelvis fra mennesker i varierende antal og opholdstid og måske oven i købet med fugtige klæder. Ved denne beregning kommer den kvalificerede vurdering ind i billedet: Skal anlægget dimensioneres til at kunne klare en stor mængde i lang tid eller skal der regnes med nogle gennemsnitsvurderinger?

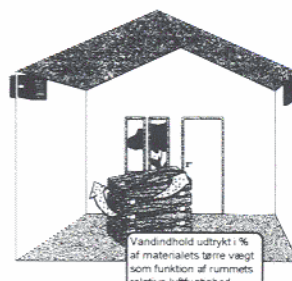
Fugtafgivelse fra mennesker



Fugtafgivelse afhængig af aktiviteter, påklædning og temperatur.
Gennemsnitsværdi angives ved 20-25 °C og normal påklædning:

Høj aktivitet	200 g/h
Middelaktivitet	125 g/h
Siddende aktivitet	40 g/h

Hygroskopiske materialer



$$M = \frac{u_1 - u_2}{t}$$

M = Fugtbelastning, g/h
t = tid, der kræves for at opnå ligevægt, h
u₁ = materialets vandindhold, g
u₂ = materialets vandindhold i ligevægt med rummets relative luftfugtighed

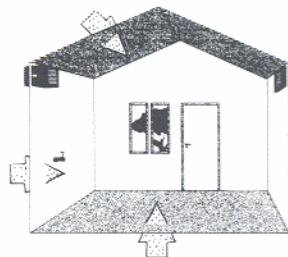
5. Diffusion

Den fugtvandring der finder sted i et materiale på grund af vandmolekylernes egenbevægelse kaldes diffusion. Hastigheden hvormed dette sker, er proportional med damptryksforskellen mellem de to sider af materialet. Andre forhold, der spiller ind ved beregningen af denne fugtbelastning er materialets porøsitet, idet fugt vandrer hurtigere gennem porøse materialer. Tykkelsen på væggene spiller ligeledes ind ved beregningerne. Materialer har derfor forskellig gennemtrængelighed for fugt, hvilket kaldes permeabiliteten (betegnes også som diffusionstallet). Hvis en væg består af flere forskellige lag af forskellige materialer, beregnes den samlede permeabilitet som summen af de reciprokke værdier.

7. Forbrænding

Ved anvendelse af gaffeltrucks med forbrændingsmotorer fås en fugtbelastning på 1,4 kg vand pr. kg forbrændt benzin eller dieselolie. Ved anvendelse af gas er tallet 1,5 kg/kg.

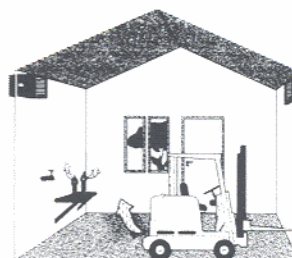
Diffusion gennem materialer



$$M = c_d \frac{A}{d} \Delta p$$

M = Fugtbelastning, g/h
c_d = Diffusionstal, g/m·h·Pa
d = Vægtykkelse, m
A = Væggareal, m²
Δp = damptryksforskellen mellem materialets ud- og indvendige side

Forbrænding



Omkring 1,4 kg vand per kg forbrændt benzin eller dieselolie.

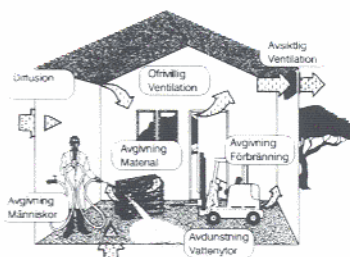
8. Samlede belastning

Når hver enkelt fugtbelastning er beregnet, kunne det forventes at så er den samlede belastning summen af de 7 forannævnte. Også her kommer den kvalificerede vurdering ind i billedet, idet der næsten altid vil være en samtidighedsfaktor at regne med. Med denne oversigt over forskellige fugtbelastninger er der kun givet en kort introduktion til emnet, som forhåbentlig alligevel har medført en øget forståelse for dimensionering af affugtere. Ønskes der uddybet nogle af de enkelte dele, henvises der til kildematerialet.

6. Hygroskopiske materialer

Hygroskopiske materialer afgiver eller optager fugtighed afhængig af om de er i ligevægt med luftens relative fugtighed i rummet. Formlen for beregningen ser ganske enkel ud, men tiden til at fjerne fugtigheden fra materialet er meget væsentlig. Det er atter et af de steder hvor erfaring har betydning og hvor der må anvendes kvalificeret vurdering. I et lager for træ er det ikke helt ligegyldigt om træet er stablet tæt eller med afstand mellem brædder og stabler. Fugtigheden fra materialer fjernes i to tempi, idet overfladefugtigheden relativt hurtigt kan fjernes. Derefter vil der være en lille pause indtil fugtigheden længere inde i materialet når ud til overfladen og fjernes via affugteren.

Samlede belastning



Fugtbelastninger:

- 1 Ukontrolleret ventilation
- 2 Kontrolleret ventilation
- 3 Fordampning, vandoverflader
- 4 Fugtafgivelse, mennesker
- 5 Diffusion gennem materialer
- 6 Hygroskopiske materialer
- 7 Forbrænding

Reference: The Dehumidification Handbook, Second Edition, 1990.