

# Lufttäta hus är fuktsäkra hus

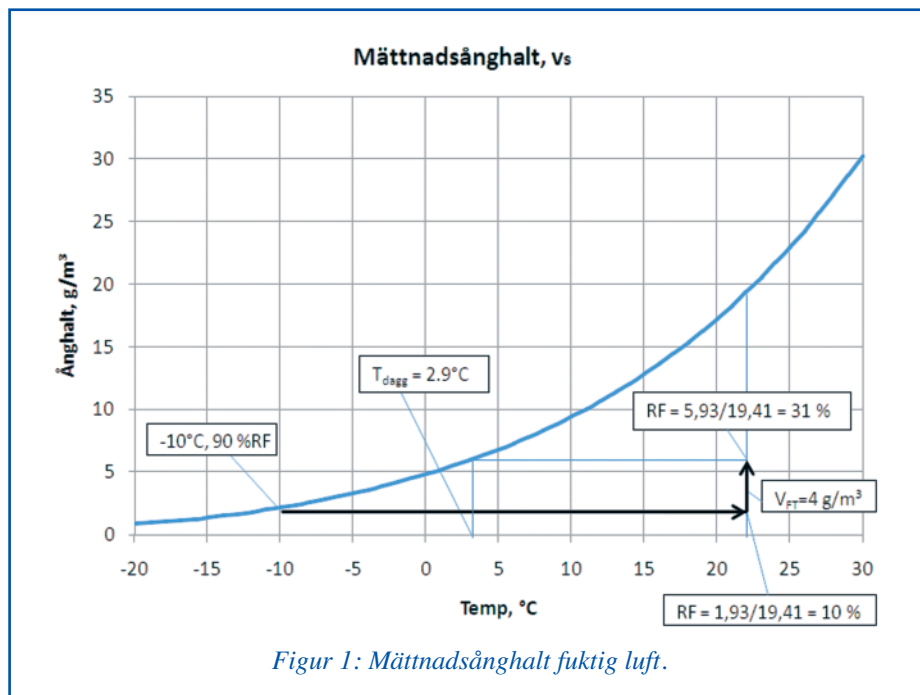
I den allmänna debatten hör man inte alltför sällan, att orsaken till att hus drabbas av fuktproblem, är att husen är för täta; "det är plastfoliens fel", "hus ska andas" etcetera. Hur fungerar det egentligen? Är det bra att bygga lufttöta hus, eller medför dessa risker och i så fall vilka?

För att förstå hur fuktbelastningen över en byggnads klimatskärm, (ytterhölje, bestående av golv, väggar och tak), ser ut, är det viktigt att förstå hur fuktig luft fungerar. Luft vid en viss temperatur kan innehålla en viss största mängd vattenånga kallad mättnadsånghalt ( $v_s$ ), se figur 1. Luftens relativa fuktighet (RF) bestäms av hur stor ånghalten ( $v$ ) är i luften i förhållande till mättnadsånghalten vid den aktuella temperaturen, så att  $RF = v / v_s$ . Luftens dagpunkttemperatur ( $t_{dagg}$ ) bestäms av ånghalten i luften enligt figur 1.

Låt oss ta ett exempel:

- Utomhus har vi klimatet  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  och 90 procent relativ fuktighet.
- Detta ger en ånghalt ute ( $v_e$ ) på  $1,93\text{ g/m}^3$  och en  $t_{dagg}$  på  $-11,3\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Luften tas in i byggnaden och värms till  $22\text{ }^\circ\text{C}$ . Efter uppvärmning är luftens mättnadsånghalt  $19,41\text{ g/m}^3$ , varför RF inomhus blir  $1,93/19,41 \approx 10$  procent. I detta fall är  $t_{dagg}$  inomhus densamma som i utomhusluften, det vill säga  $-11,3\text{ }^\circ\text{C}$ , eftersom ånghalten inomhus är densamma som utomhus.
- Om verksamheten i byggnaden genererar fukt, kommer ånghalten inomhus ( $v_i$ ) att vara större än  $v_e$ . Skillnaden i ånghalt mellan inne och ute kallas fuktillskott ( $v_{FT}$ ). Ånghalten inne kan beräknas enligt  $v_i = v_e + v_{FT}$ . Antag att fuktillskottet är  $4\text{ g/m}^3$ . Detta ger att  $v_i = 1,93 + 4 = 5,93\text{ g/m}^3$  och RF inomhus beräknas till  $5,93/19,41 \approx 31$  procent. I och med att  $v_i$  ökat, kommer också  $t_{dagg}$  att öka, i detta fall till  $+2,9\text{ }^\circ\text{C}$ . Praktiskt innebär detta att om inomhusluften kyls till  $+2,9\text{ }^\circ\text{C}$  eller lägre, kommer kondensation att inträffa.

Baserat på ovanstående exempel, med ett antaget fuktillskott på  $4\text{ g/m}^3$ , föreligger en uppenbar fukt-/kondensrisk om inomhusluft med en  $t_{dagg}$  på  $+2,9\text{ }^\circ\text{C}$  eller lägre, läcker ut genom klimatskärmen,



Figur 1: Mättnadsånghalt fuktig luft.

eftersom temperaturen utomhus är  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ .

Fuktillskottet vid fortvarighet, bestäms av fuktproduktionen ( $G$ ) [ $\text{g/h}$ ], det specifika luftflödet ( $n$ ) [ $\text{h}^{-1}$ ] och den ventilerade rumsvolymen ( $V$ ) [ $\text{m}^3$ ]. Ånghalten i inomhusluften kan då beräknas enligt  $v_i = v_e + G / nV$ . Detta innebär att både  $v_i$  och den därav beroende  $t_{dagg}$  inomhus, ökar med minskande ventilation och omvänt minskar med ökande ventilation, förutsatt att fuktproduktionen är konstant. Av detta framgår att det är viktigt att ventilationen i byggnaden är tillräcklig i förhållande till den aktuella fuktproduktionen så att ånghalten inomhus, och därmed dagpunktstemperaturen inomhus, inte blir för stor.

Fukttransport genom en klimatskärm kan delas upp i diffusion och konvektion. Drivkraften för diffusion är skillnaden i ånghalt mellan ute och inne, det vill säga  $v_{FT}$ . Drivkraften för konvektion är skillnaden i lufttryck mellan ute och inne, vilken ger upphov till ett luftflöde som i sin

tur transporterar fukt. Grafiskt redovisas transportmekanismerna i figur 2.

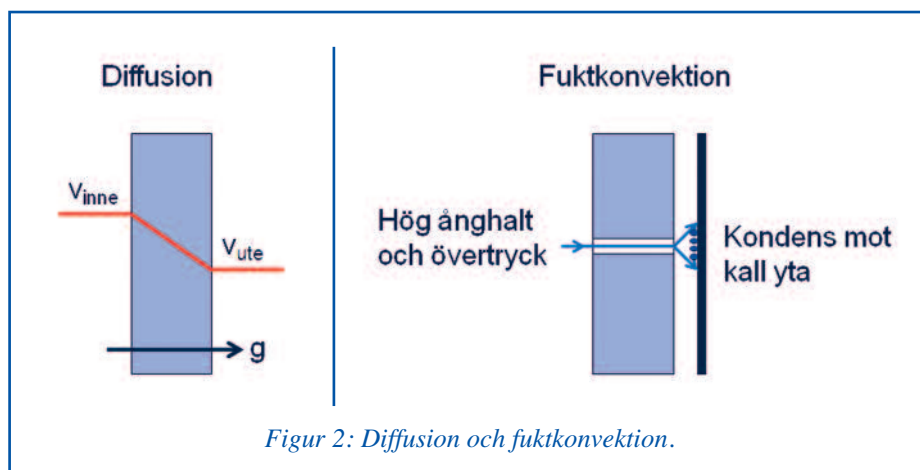
## Diffusionsspärr

För att förhindra diffusion placeras normalt en så kallad diffusionsspärr i form av en plastfolie på insidan (varma sidan) av klimatskärmen, det vill säga den sida där ånghalten vanligen är högst. Om diffusionsspärren är mycket ångtätare än övriga material i klimatskärmen, hindras vattenångan att diffundera ut genom klimatskärmen.

För att förhindra fuktkonvektion däremot, måste klimatskärmen vara så lufttät som möjligt. Normalt åstadkoms lufttätethet med hjälp av diffusionsspärren (plastfolien) på insidan. Detta innebär att plastfolien utgör både en diffusionsspärr och en luftspärr. Ur enbart lufttätethetssynpunkt och därmed ur fuktkonvektionssynpunkt, behöver det lufttäta skiktet inte vara diffusionstät, och kan därför även bestå av material som inte är diffusionstät. Det



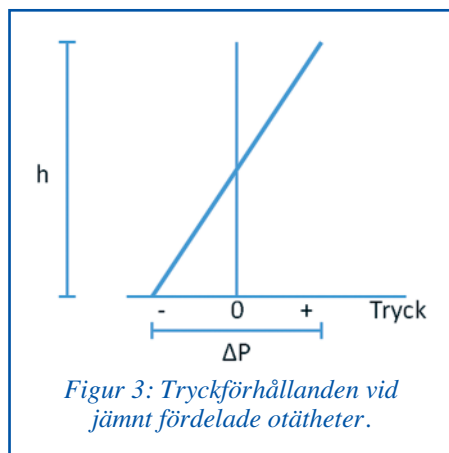
Artikelförfattare är Anders Kumlin, AK-konsult Indoor Air AB, Stockholm.



Figur 2: Diffusion och fuktkonvektion.

lufttäta skiktet behöver heller inte placeras på insidan av klimatskärmen, eftersom även ett lufttätt skikt i väggens yttre del förhindrar fuktkonvektion. Det är dock mycket viktigt att hela konstruktionen fuktsäkerhetsprojekteras och att hänsyn tas till både diffusion och fuktkonvektion.

Då luften i en byggnad vanligen innehåller mer vattenånga än utomhusluften, föreligger normalt en diffusiv fukttransport utåt genom klimatskärmen. För att fuktkonvektion ska kunna ske krävs, som tidigare nämnts, en tryckskillnad över klimatskärmen. I en byggnad med jämnt fördelade lufttätheter, råder det på grund av termiska stigkrafter, normalt ett undertryck vid golvnivå och ett övertäck mot det översta bjälklaget. Undertrycket är lika stort som övertäck och den totala tryckskillnaden ( $\Delta P$ ) mellan golv och tak, beräknas enligt  $\Delta P = 0,043 \cdot \Delta T \cdot h$  [Pa], där  $\Delta T$  är lika med temperaturskillnaden mellan inne och ute och  $h$  är byggnadens höjd [m], se figur 3. Av uttrycket framgår att tryckskillnaden ökar med ökande temperaturskillnad och ökande höjd. Störst



tryckskillnad över en klimatskärm erhålls vanligen under vintern då  $\Delta T$  är störst.

### Trycket kan balanseras

Vid golvnivå, där undertryck råder inomhus, kommer luft att kunna transporteras utifrån och in om konstruktionen är luftötät. Denna lufttransport innebär normalt inga fuktrisker, då den inläckande luftens relativa fuktighet kommer att sjunka i och med att luften värms och temperaturen ökar. I praktiken innebär detta att ett uttorkande verkan på till exempel en yttervägg.

Vid taknivå råder däremot ett övertäck. Detta innebär att om varm och fuktig luft läcker ut, så kommer den att kylas. Då den relativa fuktigheten i luften ökar då temperaturen sänks, innebär detta en klar fuktrisk. Sänks temperaturen tillräckligt mycket, så att  $t_{dagg}$  tangeras eller underskrids, inträffar kondens.

Trycket kan till viss del balanseras via mekanisk ventilation. Det är dock svårt att helt undvika invändigt övertäck i byggnadens övre delar. För att möjliggöra

Tabell 1: Beräknade temperaturer i en yttervägg med lockpanel.

Isoler-tjocklek mm	Uvändig yta t, °C	Insida lockpanel t, °C	Luftspalt t, °C	Utsida vindskiva t, °C	Insida vindskiva t, °C	Invändig yta t, °C
50	-9,03	-5,73	-5,52	-5,27	-4,43	19,71
100	-9,43	-7,57	-7,43	-7,32	-6,75	20,66
200	-9,69	-8,70	-8,61	-8,55	-8,26	21,27
400	-9,84	-9,34	-9,28	-9,24	-9,11	21,62
600	-9,89	-9,56	-9,51	-9,48	-9,40	21,74
800	-9,92	-9,67	-9,63	-9,61	-9,55	21,80

detta krävs också att byggnaden är mycket lufttät. Om ventilationen justeras in så att övertäck i byggnadens övre delar undviks, kommer också undertrycket vid marknivå att öka, vilket i sin tur innebär ökade risker för att exempelvis markradon tillförs byggnaden.

Hur mycket fukt transporteras då via diffusion respektive via konvektion? Som exempel tar vi en 0,2 mm tjock polyetenfolie, ett utomhusklimat på -10 °C, 90 procent relativ fuktighet och ett fuktillskott på 4 g/m<sup>3</sup>.

- Fuktflödet på grund av diffusion genom polyetenfolien beräknas till cirka 0,14 g/m<sup>2</sup> · dygn.
- Med ett antaget hål med diametern 5 mm per kvadratmeter i det lufttäta skiktet och ett invändigt övertäck på 3 Pa, blir fuktflödet på grund av fuktkonvektionen genom det lufttäta skiktet cirka 14 g/m<sup>2</sup> · dygn.
- Om den utläckande luften, från hålet med 5 mm diameter, träffar en yta med temperaturen -9 °C så kondenserar cirka 8,7 g/dygn.

Ovanstående beräkningar/överslag, visar att betydligt mer fukt transporteras genom fuktkonvektion än genom diffusion. Ur fuktsynpunkt är det därför centralt att byggnaden utförs så lufttät som möjligt. Om byggnaden inte är tillräckligt lufttät, föreligger stor risk för att fuktskador orsakade av fuktkonvektion ska uppstå. Detta gäller inte minst dagens byggnader, där man ur energisynpunkt ökat värmeisoleringens tjocklek i väggar och vindbjälklag. Syftet med att öka värmeisoleringens tjocklek är att minska energiförbrukningen, men innebär också att byggnadens yttre delar får en lägre temperatur. Av tabell 1 och 2 framgår tydligt att temperaturen i en ytterväggs yttre delar minskar vid ökande tjocklek på värmeisoleringen och att luftens fuktupptagande förmåga i den ventilerade spalten samtidigt minskar.

### Sammanfattning

Sammantaget innebär detta att risken för fuktproblem orsakade av fuktkonvektion är större i en konstruktion med mycket värmeisolering jämfört med en konstruktion med mindre värmeisolering. Av tabell 1 och 2 framgår att störst förändring av temperaturen i väggens yttre delar och

Tabell 2: Fuktupptagande förmåga.

Isoler-tjocklek mm	Max fuktupptagande förmåga luft i luftspalt g/m <sup>3</sup>
50	1,21
100	0,74
200	0,48
400	0,35
600	0,30
800	0,28

luftspaltens fuktupptagande förmåga, inträffar när värmeisoleringens tjocklek ökar från 50 till 200 mm. Från 200 mm och uppåt sker en mindre förändring i temperatur och fuktupptagande förmåga. Detta innebär att vi redan idag bygger hus, där vi måste ha mycket bra lufttätethet för att undvika skador orsakade av fuktkonvektion.

Sammantaget är det ur fuktsynpunkt, mycket viktigt att husen är tillräckligt lufttäta. Om husen inte är tillräckligt lufttäta, ökar risken för att fuktskador orsakade av fuktkonvektion ska uppstå. Detta gäller framför allt välisolerade byggnader, men kraven på lufttätethet blir centrala redan vid en värmeisoleringstjocklek på cirka 200 mm, det vill säga redan i dagens byggnader. Självklart ska också byggnader "andas", vilket ska ske med därtill avsedda ventilationssystem och inte via otätheter i klimatskärmen.

Förutom ökad risk för fuktskador innebär luftötäta byggnader:

- Ökade energiförluster
- Att uteluft på ett okontrollerat sätt tillförs inomhusmiljön via otätheter
- Dålig termisk komfort
- Att ventilationssystemet inte fungerar som avsett.