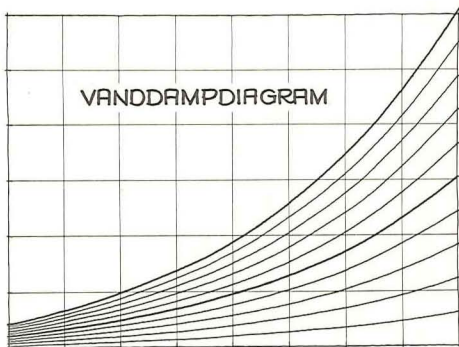




FUGT I LUFT

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

København 1973 • I kommission hos Teknisk Forlag



Fugt i luft

Både almindelig luft og de fleste byggematerialer indeholder normalt en vis mængde fugtighed i form af vanddamp eller vand.

Alle ved, at opvarmning fremmer vands omdannelse til vanddamp, som det sker, når vand koger eller tøj tørrer i solen, og at afkøling kan få vanddamp til at fortættes til vand i form af fx. nedbør eller kondensvand på kolde ruder.

Der synes imidlertid ofte at mangle kendskab til de fysiske love for, hvordan almindelig lufts indhold af fugt kan va-

riere, og om under hvilke omstændigheder vanddamp i luften vil fortættes til vand.

Et resultat heraf er, at der, især i forbindelse med anvendelse af nye materialer og konstruktioner, begås fejl, som kan forårsage betydelige fugtskader.

I pjecen beskrives, hvordan luftens indhold af vanddamp kan variere, og hvordan det i et diagram kan aflæses, hvornår der er fare for, at vanddamp vil kondensere og blive til vand. I forbindelse hermed forklares de to begreber *relativ fugtighed* og *dugpunkttemperatur*.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

01486 P
- 7 JULI 1980

ex. 4

Vanddamp i luft

Lufts normale vanddampindhold

Vanddamp er vandmolekyler (H_2O), der svæver frit imellem den atmosfæriske lufts øvrige molekyler. Størstedelen af året vil luft indeholde vanddamp i en mængde svarende til 0-30 g vand pr. kubikmeter luft. Tilførsel af varme fremmer fordampning af vand, og afkøling kan få vanddamp til at fortættes til vand. Varm luft kan indeholde mere vanddamp end kold luft. Opvarmes eksempelvis 1 m^3 0°C varm luft, der højst kan indeholde 5 g vand, fra 0° til 30°C , kan den optage endnu 25 g vand i form af vanddamp.

Luft mættes med vanddamp

Selvom luftens evne til at indeholde vanddamp vokser ved stigende temperatur, er der for enhver temperatur en grænse for, hvor meget vanddamp luften kan indeholde. Hvis vanddampindholdet i luften når denne grænse, siges luften at være mættet med vanddamp.

Kurve for det størst mulige vanddampindhold i luft

Ved forsøg er fundet de mængder vanddamp, som luft kan indeholde ved forskellige temperaturer.

Eksempelvis vil der i en lukket beholder (hulrum) med frit vand på bunden ved hver temperatur være et ganske bestemt vanddampindhold pr. m^3 i luften over vandet. Er temperaturen 10°C , vil luftens vanddampindhold være 9 g/m^3 , ved 20°C 17 g/m^3 og ved 30°C bliver det 30 g/m^3 . Luftens evne til at indeholde vanddamp stiger altså stærkt med temperaturen.

De sammenhørende værdier for temperatur og den mængde vanddamp, som 1 m^3 luft kan indeholde, kan optegnes som en kurve (Fig. A).

For 1 m^3 luft stiger det størst mulige vanddampindhold fra 2 g ved -10°C til 30 g ved $+30^\circ\text{C}$.

Luftens relative fugtighed

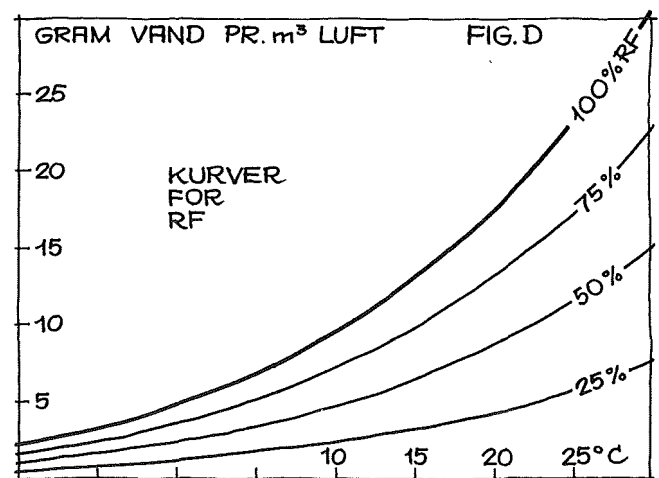
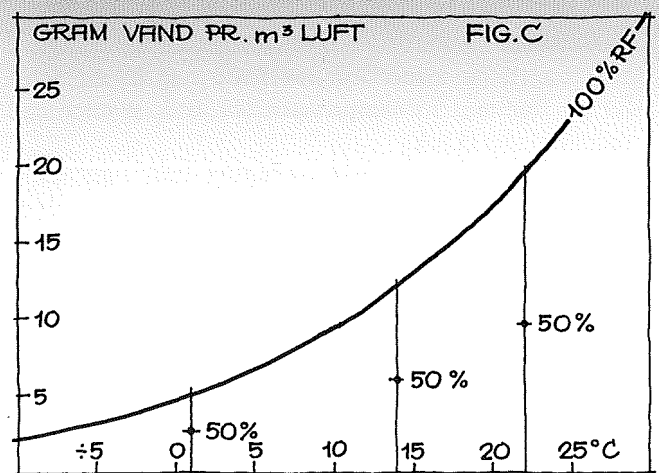
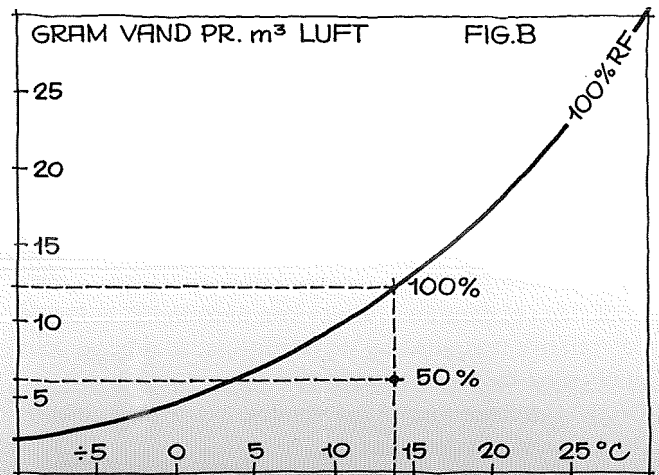
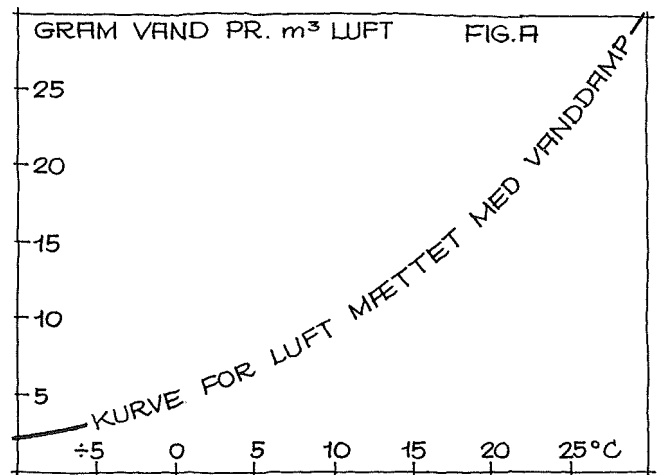
Lufts indhold af vanddamp ligger som regel under det størst mulige.

Eksempelvis kan luft ved 14°C maksimalt indeholde 12 g vanddamp pr. m^3 , men indeholder måske kun 6 g vand, dvs. 50 % af det maksimale (Fig. B).

Hvis luft indeholder 50 % af den mængde vanddamp, den maksimalt kan indeholde ved den pågældende temperatur, bruges herom udtrykket, at den *relative fugtighed* (forkortet: RF) er 50 % (Fig. C).

For en given temperatur kan luftens relative fugtighed variere fra 0 % og til 100 %.

På samme måde, som kurven for vanddampmættet luft blev optegnet (svarende til 100 % relativ fugtighed), kan der optegnes kurver, for fx. 10 %, 20 %, 30 % relativ fugtighed eller som her 25 %, 50 %, 75 % (Fig. D). Det således fremkomne diagram kaldes *vanddampdiagrammet* (et mere detaljeret vanddampdiagram vises sidst i pjecen).



Dugpunkttemperaturen

Hvis luft med en given temperatur og relativ fugtighed opvarmes, uden tilførsel af yderligere vanddamp, vil dens relative fugtighed falde. Tilsvarende vil afkøling af den samme luft bevirke, at dens relative fugtighed stiger. Tager man eksempelvis luft på 14°C og med en relativ fugtighed på 50 %, vil opvarmning til 22°C få denne lufts relative fugtighed til at falde til 30 %. Omvendt vil den relative fugtighed stige til 80 %, hvis den samme luft afkøles til 6°C.

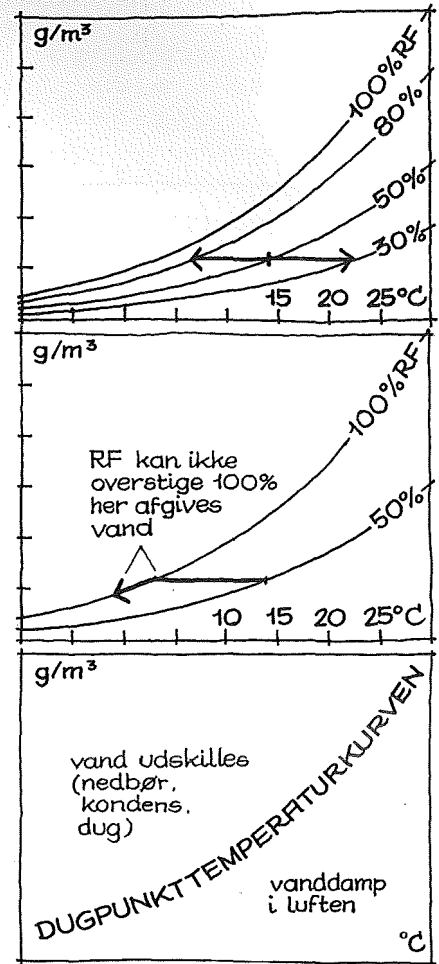
Fortsættes afkølingen af luft med et givet indhold af vanddamp, vil den relative fugtighed stige, til den når 100 %. Fortsættes afkølingen af luften yderligere, vil en del af vanddampen i luften blive fortættet til vand og udskilt.

Den temperatur, luften skal afkøles til, før den begynder at udskille vand, kaldes for *dugpunkttemperaturen*. Kurven for det maksimale vanddampindhold i luft kaldes derfor også *dugpunkttemperaturkurven*.

Bestemmelse af dugpunkttemperaturen er væsentlig for bedømmelse af, under hvilke forhold vanddamp vil fortættes til vand.

For at kunne beregne dugpunkttemperaturen – eller finde den i et diagram – er det kun nødvendigt at kende den relative fugtighed og temperaturen, som begge kan måles med simple instrumenter.

Dugpunkttemperaturen må kendes, hvis overfladekondensation skal kunne undgås.



Udeklimaet

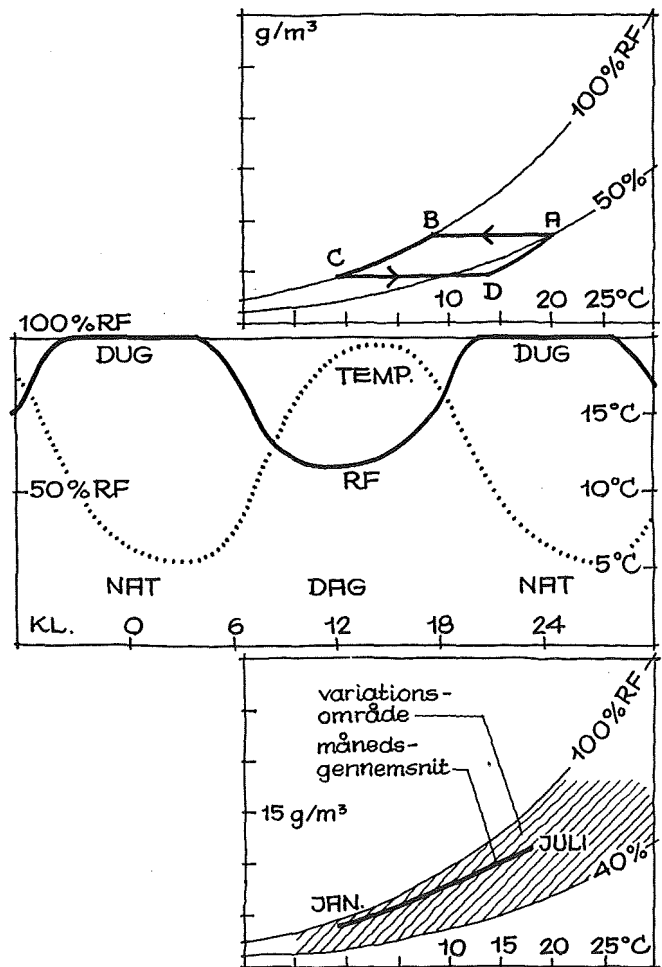
Solstrålingen opvarmer jordoverfladen og luften derover og fremmer fordampningen fra jord, planter og vandoverflader (D-A).

Den opvarmede og forholdsvis fugtige luft stiger derefter til vejs, hvorved den afkøles (A-B). Afkøles den under sin dugpunkttemperatur, afgiver den sin overskydende fugtighed som nedbør (B-C). Samtidig med, at den varme luft steg til vejs, gav den plads for, at kølig luft fra højere luftlag kunne synke ned, blive opvarmet og optage vanddamp (C-D-A).

Ved jordens overflade foregår i døgnets løb et lignende kredsløb. Når solen skinner, opvarmes luften, og dens relative fugtighed vil normalt synke, også selvom der tilføres luften vanddamp ved fordampning fra jorden. Om natten, når temperaturen falder, vil den relative fugtighed omvendt stige. Hvis den relative fugtighed nær jordoverfladen når 100 %, vil vanddamp blive udskilt som dug – under vinterforhold som is.

På vanddampdiagrammet kan også indtegnes udeklimaets variation i årets løb. Målt i gram vand pr. m³ luft er luftens vanddampindhold stort om sommeren, men da temperaturen samtidig normalt er ret høj, bliver den relative fugtighed i gennemsnit kun ca. 75 %.

Omvendt er luftens vanddampindhold målt i gram vand pr. m³ luft lavt om vinteren, men da temperaturen samtidig er lav, bliver resultatet en relativ fugtighed på ca. 90 % – højere end om sommeren.



Indeklimaet

Om vinteren er den kolde udelufts vanddampindhold ret lavt (ca. 3 g vand/m³ luft), men den relative fugtighed høj (80-100 % RF).

Når den kolde udeluft føres ind i opvarmede rum, opvarmes den først, hvorved dens relative fugtighed synker (fx. til 20 %). Derefter tilføres ventilationsluften vanddamp fra personer, planter, menneskelige aktiviteter osv. - ca. 15 l pr. døgn for en familie på fire personer - og der nås fx. en tilstand, hvor luften i opvarmede rum har en temperatur på godt 20°C og ca. 50 % RF.

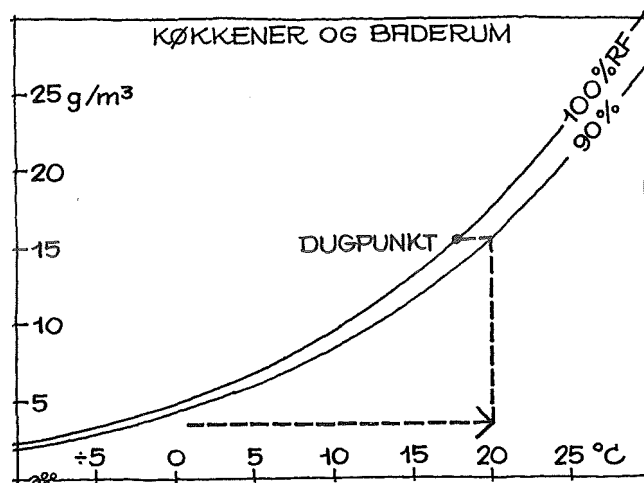
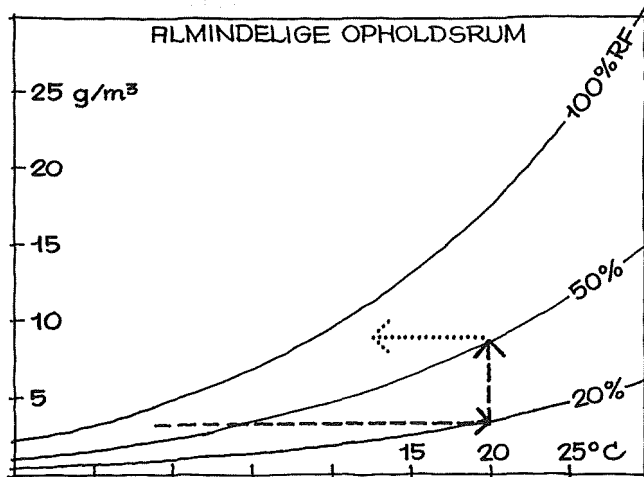
Selv i velisolerede huse vil temperaturen på overflader omkring opvarmede rum (især vinduer) ofte være en hel del lavere end temperaturen af rumluften.

Når rumluften berører sådanne overflader, kan den blive afkølet så meget, at dugpunkttemperaturen nås, dvs. at rumluftens vanddamp kondenserer.

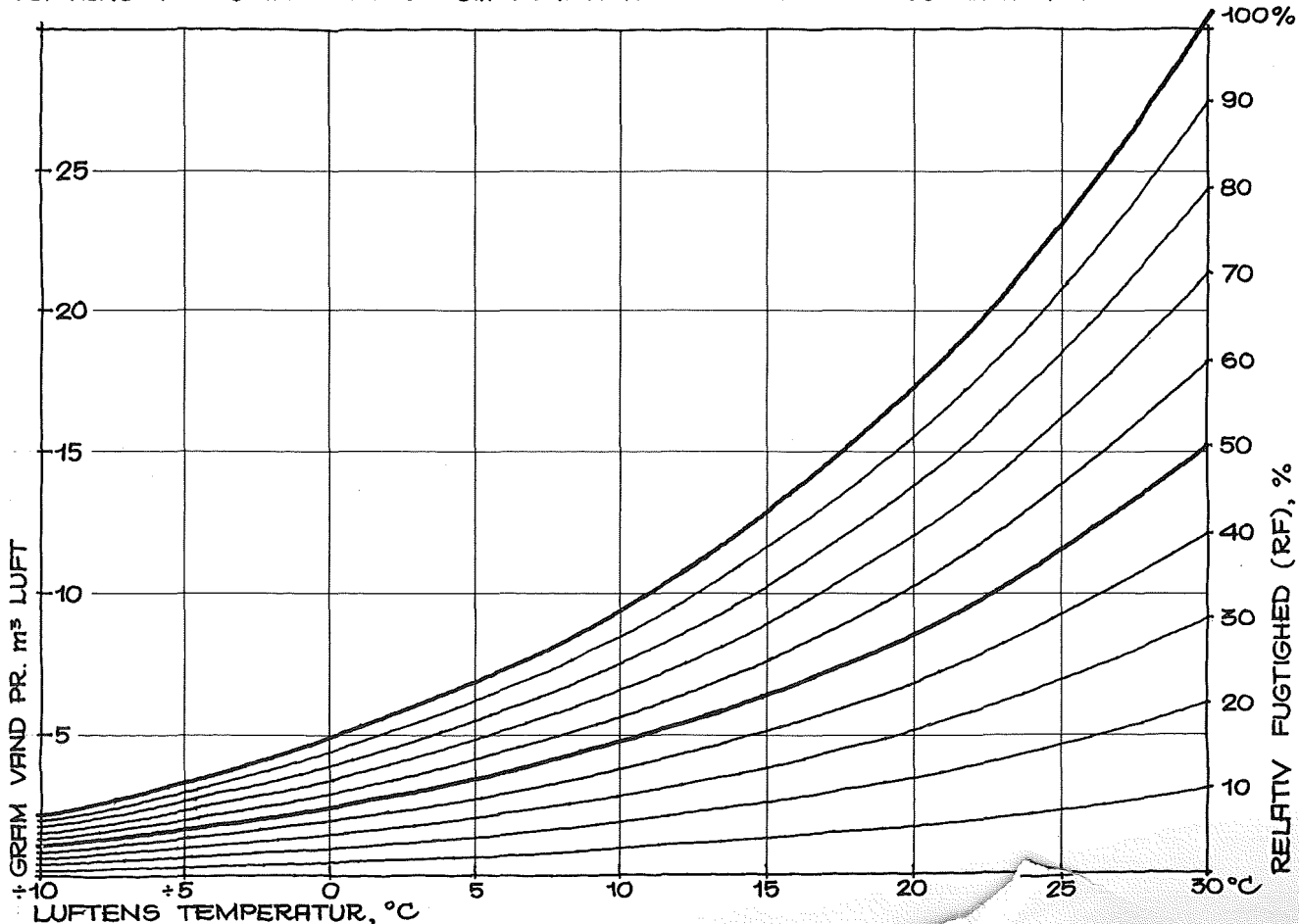
De bedste forholdsregler mod kondens af denne art er godt varmeisolerede konstruktioner samt at udskifte rumluften gennem ventilation.

Disse forholdsregler er især vigtige i køkkener og badeværelser, hvor der tilføres rumluften ret store varmemængder og ekstra vanddamp ved kogning, badning og tøjvask. I badeværelser kan rumluftens relative fugtighed kortvarigt stige til over 90 % og dens indhold af vanddamp kan være over 15 g vand pr. m³.

Rumluft med så høj relativ fugtighed skal kun afkøles lidt, før den afgiver betydelige mængder kondensvand.



LUFTENS VANDDAMPINDHOLD SOM FUNKTION AF TEMPERATUR OG RELATIV FUGTIGHED



*Denne pjeceserie bringer
ny og gammel viden om fugt,
til understregning af
at det ikke betaler sig
at gøre vold på
bygningsfysiske principper.*

**Fugt 1:
FUGT I LUFT**

Luft indeholder varierende mængder af vanddamp
Begreberne relativ fugtighed og dugpunkttemperatur
Vanddampdiagrammet
Klimavariationer ude og inde, døgnet og året rundt

Fugt 1: FUGT I LUFT

Fugt 2: FUGT I BYGGEMATERIALER (oktober 1973)

Fugt 3: FUGT OG KONDENSATION (oktober 1973)

Fugt 4: FUGT OG KÆLDRE (november 1973)

Fugt 5: FUGT OG KRYBEKÆLDRE (november 1973)

Fugt 6: FUGT OG TERRÆNDÆK (december 1973)

Fugt 7: FUGT OG YDERVÆGGE (januar 1974)

Fugt 8: FUGT OG TAGE (januar 1974)

Til undervisningsbrug er illustrationerne i denne pjece fremstillet på lysbilledbånd, som gratis kan rekvireres hos Kontaktafdelingen, Statens Byggeforskningsinstitut, Forskningscentret, 2970 Hørsholm, tlf.: (01) 86 55 33.

Fugt i luft

De kan læse mere om emnet i:

- 1) Varme og Ventilation 1; P. Becher; Teknisk Forlag 1971
(Kap. 1.2 om klimaet, kap. 1.6 om fugtig luft)
- 2) Fugttransport i Byggematerialer; P. Lund-Hansen; Polyteknisk Forlag 1967
(Tabel over luftens maximale vandindhold, s. 14)

Forfattere: Nils E. Andersen
Klaus Blach
Georg Christensen

Redaktion: Preben Ankerstjerne
Tegninger: Henning Holmsted
Tryk: Dyva Bogtryk

ISBN 87 563 0125 1