



# FUGT OG KONDENSATION

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

København 1973 • I kommission hos Teknisk Forlag

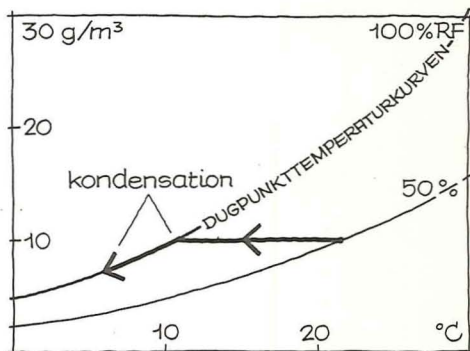
## Fugt forårsaget af kondensation

Ved kondensation forstås i denne sammenhæng, at vanddamp fortættes til vand. Kondensation forekommer overalt, hvor luft afkøles til under sit dugpunkt, dvs. den temperatur, hvor den er mættet med det vandindhold, den har. Fortættes vanddampen til vand i luften selv, kan fugten ses som tåge. Sker kondensation på eller i materialer, kan fugten iagttages som frit vand eller rim.

Kondensation er næsten altid generende, men kan i mange tilfælde være ret uskadelig, især hvis den kun optræder med lange mellemrum og kortvarigt.

Eksempelvis skades rudeglas ikke af kondensvand, og en almindelig hulmur af tegl – udført med frostfast teglmateriale – kan normalt også opsuge kondensvand og afgive det igen, uden at der opstår skader.

Ved mange nyere materialer og konstruktioner – især lagdelte konstruktio-



ner, hvortil der anvendes organiske materialer – kan kondensation imidlertid nemt forårsage store bygningskader.

I almindeligt byggeri er de hyppigste årsager til kondensation: Kuldebroer, udstrømning af rumluft i hule konstruktioner samt diffusion af vanddamp. I pjecen beskrives forholdsregler til at undgå kondensation, herunder hvornår dampspærre skal indlægges i lagdelte konstruktioner.

Bibliotekseksemplar 3 01488P

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

## Varmeisolering og udluftning mindsker faren for kondensation

Langt den hyppigste årsag til kondensation er varm rumluft, som i en vinteropvarmet bygning kommer i forbindelse med de omgivende, køligere rumoverflader.

Jo koldere de omgivende overflader og konstruktioner er, og jo højere rumluftens relative fugtighed er – desto større er faren for kondensation.

To væsentlige forholdsregler til at undgå kondensation under vinterforhold er derfor godt varmeisolerede konstruktioner og udluftning.

Hvis en konstruktion er godt varmeisolerende, vil dens indvendige overflades temperatur kunne være nær rumluftens. Rumluften vil derfor kun blive afkølet lidt ved berøring med konstruktionens overflade, hvorved kondensation kan undgås.

I en vinteropvarmet bygning er rumluftens relative fugtighed normalt en del lavere end den kolde udeluft, men samtidig vil rumluftens indhold af vand, målt i gram pr.  $m^3$ , være flere gange højere end udeluftens. Når rumluften udluftes og erstattes med udeluft, bliver denne – der har et ringe vandindhold – varmet op, hvorved den relative fugtighed for rumluften kan falde stærkt. Rumluften kommer også til absolut set at indeholde små vandmængder, hvorved faren for kondensation på kolde overflader i rummet nedsættes meget.

Kondensation kan ske ikke alene på indvendige overflader, men også inde i materialer og konstruktioner. Kondensation her er tit farlig, fordi den ikke kan konstateres umiddelbart.

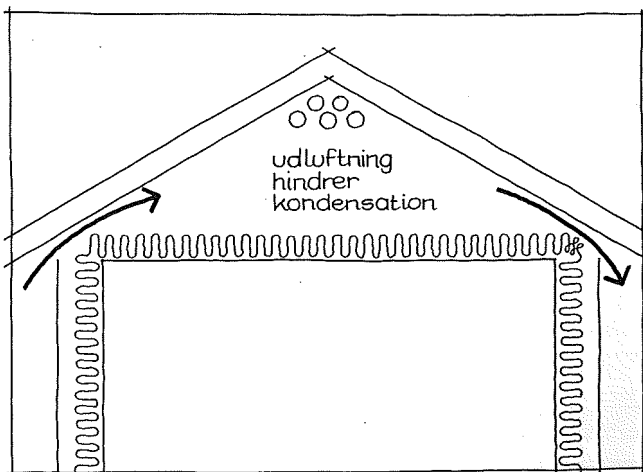
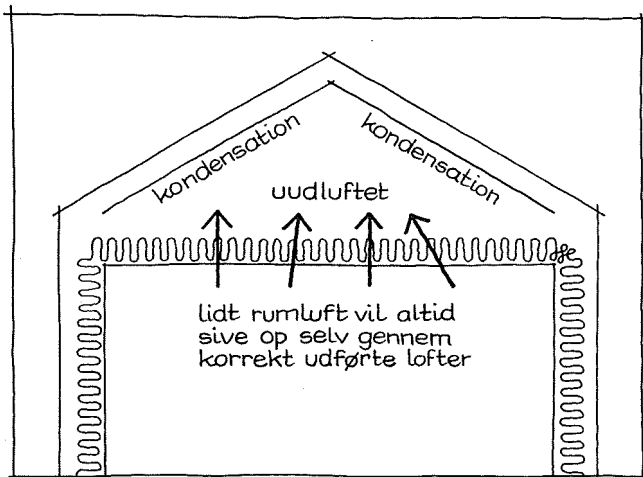
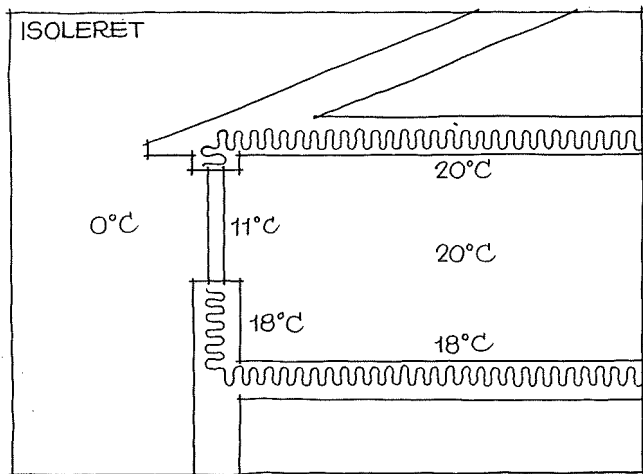
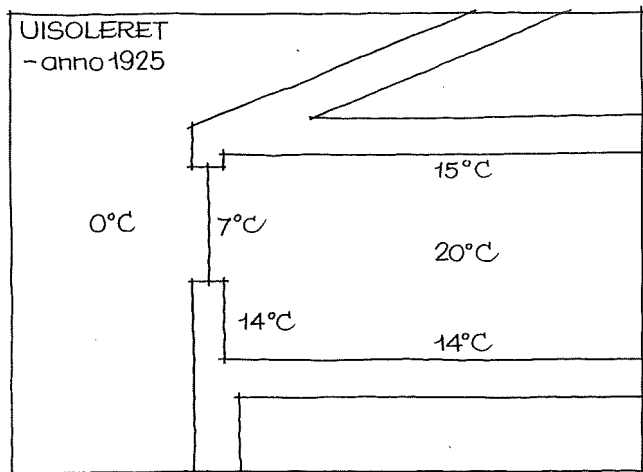
For at undgå denne form for kondensation skal der anbringes en dampspærre på den varme side af varmeisoleringen.

I rum, hvor temperaturen og den relative fugtighed ofte er høje, fx. vaskerier, visse »våde« industrier og baderum, er faren for kondensation stor. I disse tilfælde er det særligt vigtigt, at konstruktionerne udføres korrekt i henhold til ovennævnte princip, og at der etableres gode muligheder for udluftning.

I enkelte tilfælde kan en bygnings rum konstant være koldere end omgivelserne, hvilket fx. gælder for frysehuse.

Også i dette specielle tilfælde gælder princippet, at hvis kondensation skal kunne undgås, skal det dampdiffusionstætte lag anbringes på den side af konstruktionen, som varmen kommer fra.

I konstant uopvarmede bygninger, fx. sommerhuse, vil der i korte perioder kunne ske en fugtstrøm udefra og ind. Denne fugtstrøm vil dog kun optræde i så korte perioder under danske forhold, at dampspærre alligevel bør anbringes på konstruktionens inderside.



### Kondensation på kuldebroer

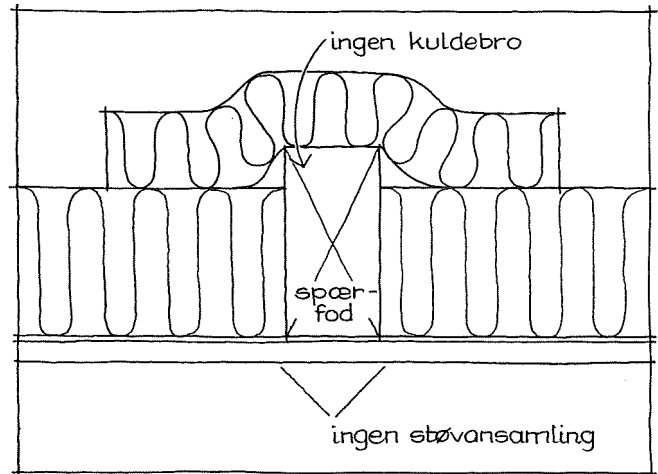
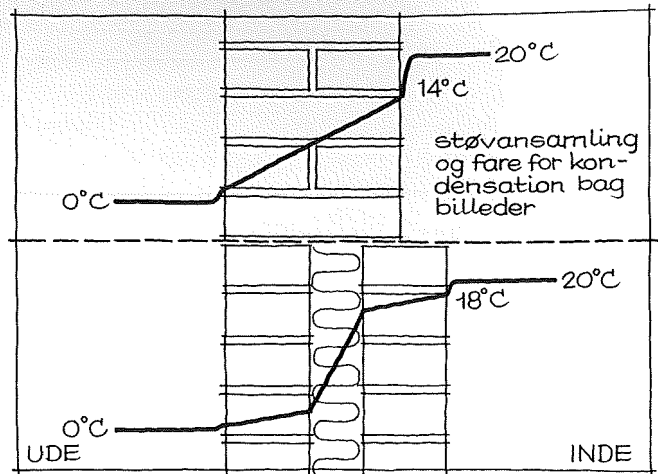
Ved en kuldebro forstås en konstruktionsdel, som er varmeisoleret ringere end resten af konstruktionen.

Kuldebroer kan forårsage skader, selv om de ikke giver anledning til kondensation. Hvis en overflade er så kold, at dens temperatur kun ligger lidt over den omgivende lufts dugpunkt, vil luftens relative fugtighed nær denne overflade stige på grund af afkøling. Det kan give anledning til skimmelvækst eller støvansamlinger (sorte pletter) på den pågældende overflade.

Kondensation på kuldebroer kan undgås ved at varmeisolere. Det er vigtigt, at varmeisoleringen danner et sammenhængende lag, selv små sprækker i den kan forårsage en kuldebro-effekt. Det er derfor væsentligt, at isoleringsmaterialerne stødes tæt sammen og pakkes tæt mod de omgivende konstruktioner. Eventuelt bør varmeisoleringsmaterialerne fastholdes, så de ikke i årenes løb synker sammen og forårsager sprækkedannelser.

Kuldebroer kan også opstå, ved at en i øvrigt korrekt udført konstruktion punktvis gennembrydes – helt eller delvis – af materialer med høj varmeledningsevne.

Gennemføring af metalrør kan således give anledning til kondensation, dér hvor de passerer en konstruktions »varme« inderside. Selv søm, anvendt til at fastholde indvendige beklædningsplader, kan virke som svage kuldebroer, med det resultat, at der sker støvansamling og misfarvning ved sømhovederne.



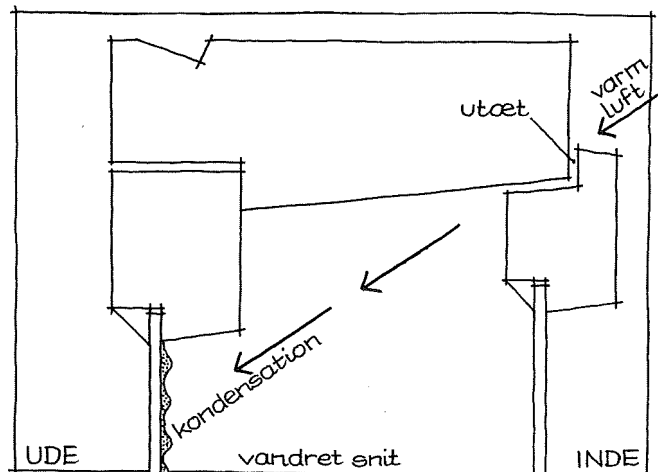
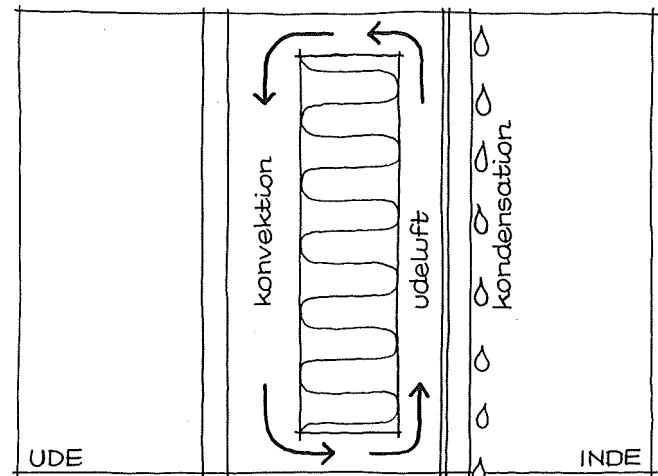
### Kondensation som følge af luftstrømning

Mange særligt alvorlige fugtskader skyldes, at varm, fugtig rumluft utilsigtet siver ud i hule konstruktioner, hvor der så sker kondensation på kolde flader.

Problemet kendes især i forbindelse med pladebeklædte konstruktioner – både til vægge, tage og dæk. Det er her vigtigt, at samlingerne mellem pladerne indbyrdes og mellem pladebeklædningen og dens underlag udføres så tætte, at der ikke kan opstå fugtkonvektion gennem sprækker. Hvor der anvendes en dampspærre for at hindre kondensation som følge af diffusion, kan dampspærren meget ofte samtidig medvirke til at hindre fugtkonvektion gennem sprækker i samlinger.

Konvektion kan også optræde i hule konstruktioner, hvor varmeisoleringsmaterialet ikke er stødt tæt mod de omgivende konstruktioner. Det er i dette tilfælde kold udeluft, der cirkulerer, og der vil ikke ske kondensation i hulrummet. Derimod bliver varmeisoleringen ineffektiv og den indvendige beklædning bliver koldere – der er skabt en kuldebro.

Det er store fugtmængder, der kan opstå ved kondensation som følge af fugtkonvektion. Det kan iagttages umiddelbart ved en enkelt klassisk fejlkonstruktion: Vinduet med utæt indvendig forsatsramme. Her strømmer rumluften ind i hulrummet mellem de to glaslag, afkøles, og kondensvand dannes på indersiden af det yderste, kolde rudeglas.



### Kondensation som følge af diffusion

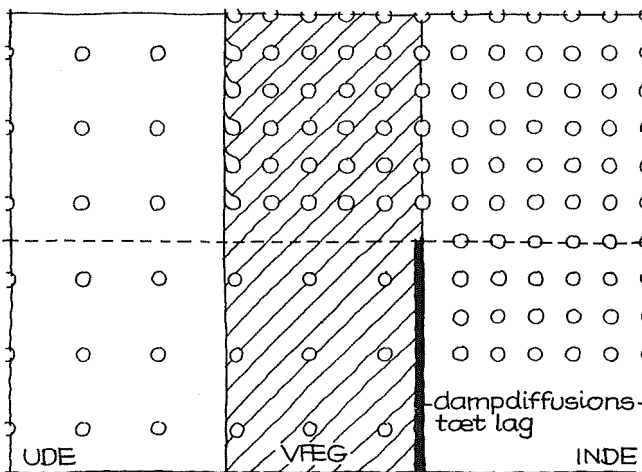
I opvarmede bygninger er luftens vanddampindhold næsten altid større end udeluftens.

Resultatet er, at vanddamp fra rumluften vil have en tendens til at diffundere ud gennem de omgivende konstruktioner. Herved afkøles den og vil kondensere – såfremt den møder materialer, som har en temperatur lavere end luftens dugpunkt på det pågældende sted. Kondensationen vil blive kraftigere jo koldere det er udendørs og vil i visse tilfælde kunne give isdannelse.

Materialernes gennemtrængelighed for vanddamp varierer meget. Det er vigtigt at være opmærksom på, at visse materialer, der ofte unuanceret betegnes som »tætte«, ikke er absolut diffusionstætte – og derfor i givet fald ikke diffusionstætte nok til et påtænkt formål.

Vanddampgennemtrængelighed kan angives som gram vanddamp, der går gennem 1 m<sup>2</sup> af materialet (i en given tykkelse) pr. time, når forskellen i vanddampindholdet i luften på de to sider af materialet er 1 g/m<sup>3</sup>. Vanddampgennemtrængelighed opgives af og til i brochurer med sin reciprokke værdi som PAM-værdi. Den bedste forholdsregel til at hindre at vanddamp fra rumluft diffunderer ud i de omgivende konstruktioner er at udføre den inderste del af konstruktionen mere diffusionstæt end den yderste.

For lagdelte konstruktioner, som fx. pladebeklædte skeletvægge, bør den indvendige beklædning være ti gange så diffusionstæt som den udvendige.



VANDDAMPGENNEMTRÆNGELIGHED		
	g/m <sup>2</sup> h pr. g/m <sup>3</sup>	PAM
1mm uimprægn. pap	5	0,2
100mm mineraluld	1,0	1
9mm gipsplade	0,5	2
5mm asbestcementplade	0,3	3
10 mm træfiber- el. spånpl.	0,2	5
100mm tegl	0,1	10
100mm porebeton	0,1	10
10 mm træ	0,1	10
2mm vindtæt asfaltpap	0,02	50
100mm beton	0,01	100
0,1mm polyethylenfolie	0,002	500
1 lag tagpap	0,001	1000
spécialmembraner	0,0001	10000
metaller, glas	0	∞

### Dampspærre skal også være lufttætte

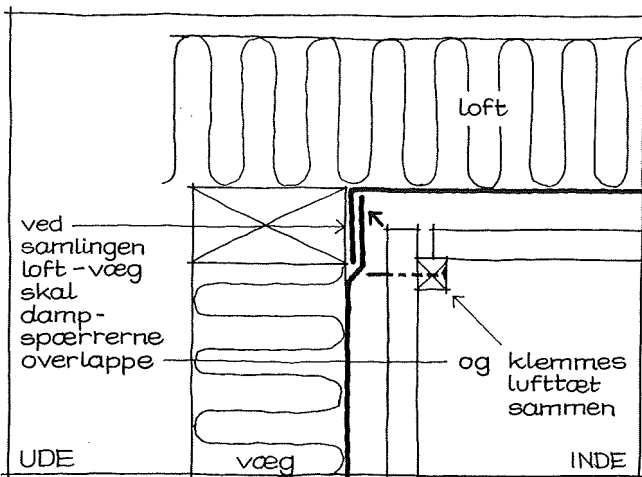
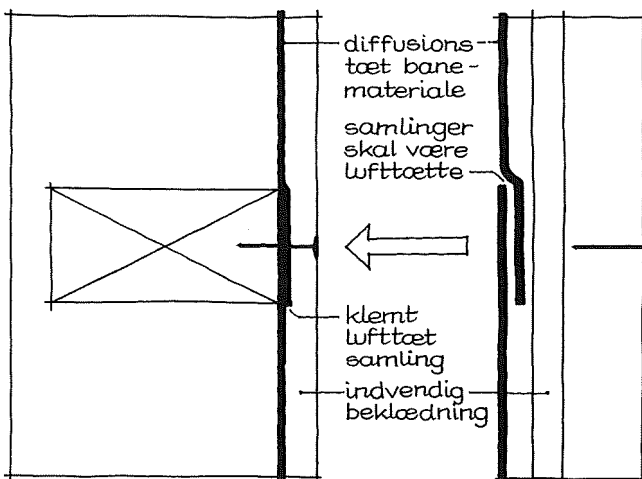
Ved vægge og tagkonstruktioner, hvor den indvendige beklædning udføres med en dampspærre, bør denne ikke alene være så diffusionstæt som muligt, men også lufttæt. Der findes mange prisbillige materialer, som kan tilfredsstille krav med hensyn til diffusionstæthed, men de fleste af disse materialer leveres i baner. For at krav om lufttæthed også skal kunne opfyldes, må samlingerne mellem disse baner være tætte.

Hvis samlinger mellem baner udføres som løs overlapning, vil lufttætheden ikke blive tilfredsstillende. Ved konvektion vil der kunne strømme flere hundrede gange mere fugt gennem samlingerne, end der diffunderer gennem selve banematerialet.

Samlinger skal være klemte (med lister eller af den indvendige beklædning), limede eller svejsede.

I mange tilfælde, fx. ved enfamiliehusbyggeri, er det vigtigt, at en dampspærre kan føres »ubrudt« igennem fra én bygningsdel til en anden (eksempelvis fra væg til tag). Også her må samlingerne mellem dampspærre overlappe

Særlig omhu må udvises for at undgå, at korrekt udførte dampspærre ødelægges. Dette indebærer bl.a. et krav om, at el-installationer bør projekteres således, at de såvidt muligt ikke skal føres gennem dampspærre.



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

### **Fugt 3: FUGT OG KONDENSATION**

Kuldebroer, luftstrømning, diffusion  
Varmeisolering og udluftning mindsker kondensfaren  
Hule konstruktioner kræver særlig omhu  
Dampspærre skal også være lufttætte

#### **Fugt 1: FUGT I LUFT**

#### **Fugt 2: FUGT I BYGGEMATERIALER**

#### **Fugt 3: FUGT OG KONDENSATION**

#### **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 og kondensation**

De kan læse mere om emnet i:

- 1) Varme og Ventilation 1; P. Becher; Teknisk Forlag 1971  
(Kap. 2.3 om beregning af fugttransport)
- 2) Measurements of moisture sorption and moisture permeability of porous materials; A. Tveit; NBI rapport 45, 1966  
(Vanddampdiffusionstal for diverse materialer)

Forfattere: Nils E. Andersen  
Klaus Blach  
Georg Christensen

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

ISBN 87 563 0128 6