

# Kondens på glasflader - termoruder og energiruder

## BYG-ERFA

<b>Erfaringsblad</b>	<b>03 05 08</b>
Termoruder	Erstatter
Energiruder	(31) 93 11 04
Kondens	
Vinduer	
Fugtforhold	SfB (31)



Længerevarende kondens på ruder i trævinduer kan give anledning til både vækst af skimmelsvampe og nedbrydning af træværk. På termoruder forekommer kondens på den indvendige side – ofte i længere perioder om vinteren – fx hvis indeklimaet er for fugtigt. På energiruder ses kondens på den udvendige side af vinduerne – dog kun i korte perioder – men generne er oftest kun at udsynet gennem ruden reduceres. I erfaringsblade forklares begge typer kondens, hvor og hvornår de forekommer, samt hvordan projekterende og bygningsbrugere kan bidrage til at undgå problemerne. Billedet viser kondensområder indvendigt på en termorude (med falske sprosser) som følge af fugtig indeluft.

### Indledning

Indvendig kondens kan forekomme på termoruder og er bestemt af:

- de fugtmængder som beboernes aktivitet tilfører boligen,
- rummets opvarmning,
- ventilationsforhold.

Hvis kondensvand fra en rude gennem længere tid løber ned i vinduesramme og -karm, kan det medføre vækst af skimmelsvampe og i værste fald rådskader på trævinduer.

Det går dog sjældent så galt, men kondens på to-lags termoruder kan benyttes som en art hygrometer (fugtmåler), der viser, at den relative fugtighed er for høj i det rum, hvor kondens forekommer. Dvs. at luftskiftet er tilstrækkeligt, når duggen er væk.

På energiruder forekommer kondens på den udvendige side – kun i korte perioder – som følge af rudernes gode isoleringsevne (lave U-værdi).

Generne er dog oftest kun øget tilsmudsning og reduceret udsyn.

### Indvendig kondens på termoruder

Der kan opstå kondens på indersiden af

**Termoruder** er "gammeldags" forseglede ruder med to eller tre lag glas og U-værdier på henholdsvis cirka 3 eller 2 W/K m<sup>2</sup>.

**Energiruder** er forseglede ruder med to eller tre lag glas og speciel coating på glassene samt en særlig højisolierende gas i hulrummet, hvormed der opnås U-værdier på ca. 1 W/Km<sup>2</sup> eller mindre.

Ifølge BR95 og BR-S98:

U-værdi, generelt	1,8 W/m <sup>2</sup> K
Ved varmetabsramme og energiramme dog	2,9 W/m <sup>2</sup> K

termoruder, hvis temperaturen på det indvendige glaslag er lavere end rumluftens dugpunktstemperatur.

Dette er svært at undgå, fx i årets kolde måneder. Her vil metalprofiler langs termorudens kanter danne en kuldebro og dermed give anledning til kondens – især ved vinduets bund.

Hvis kondensområdet er 5-10 cm over vinduets bund – gennem længere tid i efterårs-, vinter- og forårs månederne – skal der gøres noget ved det. Årsagen er oftest, at boligens generelle fugtniveau er for højt, og her anbefales at forbedre ventilationen (og eventuelt øge opvarmningen).

Kondens kan også opstå, når kraftige gardiner trækkes for vinduerne. Her vil luftlaget mellem gardin og vindue virke isolerende, og dermed nedsætte glasets overfladetemperatur.

Der kan også forekomme kondens, hvis den varme rumluft hindres i at strømme forbi vinduet og opvarme det indvendige glaslag, fx af en bred vinduesplade.

Kondens – dannet som følge af såvel brede vinduesplader som kraftige gardiner – er derfor ikke nødvendigvis et tegn på højt fugtindhold i boligens rumluft. På længere sigt kan kondens naturligvis også her medføre vækst af skimmelsvampe eller nedbrydning af vinduestræ.

### Fugtig indeluft

Højt fugtindhold i boligen kan stamme fra fx et utæt tag eller utætte installationer, og skader skal naturligvis udbedres.

Fugttilførsel til boligen er en naturlig følge af beboernes aktivitet og kan ikke undgås – men ved hensigtsmæssig adfærd kan den begrænses. Den afhænger

Tabel 1:

Fugtproduktion fra to voksne og to børn.

Fugten stammer fra:	Liter pr. døgn
Mennesker (sved m.m.)	ca. 3,5
Personlig hygiejne, tøjvask og tørring	ca. 3,0
Madlavning, opvask og rengøring	ca. 1,5
Planter, husdyr m.m.	ca. 0,5
Tilført fugtmængde i alt	ca. 8,5

af beboernes aktiviteter, fx ved madlavning, badning og tørring af tøj i boligen. For at undgå unødigt fugttilførsel er det fx meget vigtigt, at afkastet fra tørretumblere ledes til det fri og ikke ud i boligen.

I tabel 1 vises et eksempel på fugtproduktionen fra en familie [3].

Hvis der ikke tørres tøj i boligen, reduceres husstandens fugttilførsel med ca. 1,5 liter pr. døgn.

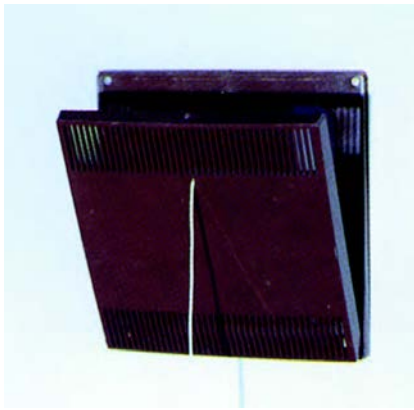
Forskellig adfærd medfører meget forskellig fugtproduktion. I en familie med fire personer kan fugtproduktionen variere fra 4 til 14 liter pr. døgn.

Der skal være en sådan balance imellem fugtproduktion og ventilation, at fugtindholdet i rumluften ikke overstiger den øvre grænse i den såkaldte rumklimaklasse 2 [2], dvs. at fugtindholdet ikke overskrider 10 gram vand pr. m<sup>3</sup> luft.

Tabel 2 viser sammenhængen mellem temperatur og relativ luftfugtighed (den øvre grænse) i rumklimaklasse 2. Tabellen kan dog kun benyttes til at vurdere indeklimaet i de egentlige vinter måneder,

Tabel 2:

Temperatur (°C):	18 20 22 24 26
Relativ luftfugtighed, %:	63 58 50 45 40



Figur 1. Ventil til frisklufttilførsel anbragt i væg.

hvor udeluftens absolutte fugtindhold er lavt. På andre tidspunkter af året – især om sommeren – ligger den relative luftfugtighed over de her angivne grænser, og den er uden betydning for en vurdering af indeklimaet.

Der vil ikke normalt forekomme kondens på indersiden af tre-lags termoruder og energiruder, da dette forudsætter et meget fugtigt rumklima (en relativ luftfugtighed på 70–90 % RF).

Derfor kan hverken tre-lags termoruder eller energiruder anvendes som "hygrometer" til at advare om et for højt fugtindhold i rumluften.

#### Ventilation

Med et luftskifte på 0,5-1,0 gange i timen opnås normalt tilstrækkelig ventilation. Hvis der i længere tid er udbredt kondens på termoruder, skal man enten begrænse fugtproduktionen i boligen eller øge ventilationen. Sidstnævnte kan opnås ved:

- at montere friskluftventiler i vægge i ikke-fugtbelastede rum,
- at øge aftrækskanalernes areal i fugtbelastede rum.

I fugtbelastede rum kan eventuelt monteres udsugningsventilatorer eller fugtstyrede ventiler i aftrækskanalerne. Det er vigtigt, at luften tilføres i de ikke-fugtbelastede rum, så den kan strømme derfra og til de fugtbelastede rum, hvorfra den fjernes. Herved undgås også, at lugt spredes inden for boligen.

En mere effektiv løsning vil være at etablere et egentligt mekanisk ventilationsanlæg med

- enten udsugning og indblæsning i hvert rum
- eller med indblæsning i opholdsrum og udsugning i de våde rum.

Sådanne anlæg kan også forsynes med varmegenvinding på afkastningsluften.

#### Udvendig kondens på energiruder

Der kan opstå kondens (dug) på ydersiden af energiruder, når udstråling til himmelrummet medfører, at temperaturen på det yderste glaslag bliver lavere end udeluftens dugpunktstemperatur.

Dette kan indtræffe i de perioder, hvor udeluftens relative fugtighed (RF) nærmer sig 100 %.



Figur 2. Udsugningsventil i loft til mekanisk ventilation.

Den største gene ved udvendig kondens er, at udsynet gennem vinduet hæmmes om morgenen og formiddagen. I nattetimerne opleves det forringede udsyn sjældent som et problem.

En mindre gene vil være, at smuds lettere fastholdes i de kondenserende vanddråber.

I frostperioder kan kondensen optræde som rim, og den vil da være længet om at forsvinde.

#### Hvornår og i hvilken udstrækning?

Udvendig kondens på energiruder opstår især i april og september – oftest om natten og i formiddagstimerne, indtil kondensen fjernes af solen.

På et sydvendt vindue kan der forekomme udvendig kondens i ca. 500 timer om året [1], hvoraf næsten halvdelen forekommer i april og september – og heraf kun cirka 50 timer i de tidlige morgener og formiddage.

For vestvendte vinduer er oven for omtalte timetal lidt større, og kondensen vil blive på ruden til om formiddagen.

For nordvendte vinduer øges antallet lidt.

På østvendte vinduer optræder kun sjældent kondens – kun i de tidlige morgentimer i forbindelse med en klar nattehimmel. Kondens vil hurtigt forsvinde, når solen rammer vinduet tidligt om morgenen.

På grund af udstrålingen til himmelrummet vil udvendig kondens optræde i betydeligt omfang på ovenlysvinduer, men giver her sjældent anledning til gener, da det her mere er lysindfaldet end udsynet som prioriteres. En undtagelse er dog lejligheder, som indrettes i tagetager, hvor alle vinduer normalt er en form for ovenlysvinduer, og hvor også udsynet derfor prioriteres højt.

#### Forebyggelse af udvendig kondens

Kondens på energivinduer kan stort set elimineres ved anvendelse af udhæng som "skygger" for udstrålingen til himmelrummet. Tilsvarende effekt kan opnås ved brug af forskellige former for udvendige skodder, faste solafskærmninger og udvendige rullegardiner. Udvendig kondens kan også afhjælpes i forbindelse med fremstillingen af ruderne ved

at anvende en hård lavemissionsbelægning på det yderste lag glas. Herved opnås en højere temperatur på det udvendige lag glas.

Denne ændring i strålingsegenskaberne medfører dog en beskedent farveændring af dagslyset, og der kan forekomme nogle svagt farvede blågrønne reflekser i forhold til glas uden belægning.

Inden beslutning om at anvende energiruder i nyt byggeri eller ved udskiftning af eksisterende ruder anbefales derfor at besøge en bygning med den påtænkte type glas for at vurdere, om de svagt ændrede lys- og refleksionsforhold er acceptable.

Der kan også anvendes såkaldte hydrofile belæggninger, som ikke påvirker lys- og strålingsforholdene. Deres primære funktion er at mindske rengøringsbehovet, idet der dannes en jævn film på hele rudens overflade, som således ikke virker generende på udsynet på samme måde som den normale dråbekondensering.

Som angivet i [1] arbejdes der på udvikling af metoder til automatisk eller manuel opvarmning af det udvendige glaslag i de perioder, hvor der er risiko for udvendig kondens.

#### Dette erfaringsblad er udarbejdet af:

Civilingeniør Georg Christensen  
gc@bmd.dk  
Civilingeniør Tommy Bunch-Nielsen,  
tbn@bmd.dk  
Bygge-og Miljøteknik A/S,  
Staktoften 20, 2950 Vedbæk.

#### Litteratur:

1. Energimæssig helhedsvurdering af vinduer. BYG-DTU rapport R-035,S-2002.
2. Bygningers fugtisolerung. SBI-anvisning 178. Statens Byggeforskningsinstitut, 1993.
3. Ventilation i boliger. Teknologisk Institut, Byggeteknik, 1984.
4. Undgå fugt – luk vinduet op. Plakat i A4 format. Statens Byggeforskningsinstitut 1987.

## BYG-ERFA

Byggeteknisk Erfaringsformidling

Lautrupvang 1B, 2750 Ballerup  
Telefon 44 89 06 40  
Telefax 70 12 08 00  
E-post redaktion@byg-erfa.dk  
Internet www.byg-erfa.dk

#### Fonden BYG-ERFA's bestyrelse

Byggecentrum • Byggeskadefonden • Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse • By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut • Erhvervs- og Boligstyrelsen • Forsikring & Pension • Teknologisk Institut