Trægulve

Indeklima

TRÆ Information

TRÆfakta 14

FORORD

Forbrugerne har i dag meget høje forventninger til ensartetheden af trægulve og har især fokus på fugerne mellem gulvbrædderne.

Da træ er et naturmateriale, der reagerer på fugt, har det derfor stor betydning, hvordan træet er tørret, hvilke fugtforhold der er under lægning, samt hvilket fugtforhold der er i indeklimaet i dagligt brug.

Indeklimaet har stor betydning for brugernes trivsel, men også for hvordan træet reagerer.

Denne TRÆfakta fokuserer på de forhold, der har betydning for at opnå små og ensartede tolerancer for især fuger mellem gulvbrædderne.

De parametre, der er i spil, er fugtforhold i træet ved levering, nødvendigheden af at etablere det rigtige indeklima/fugtforhold allerede ved lægningen samt fastholdelse af korrekt indeklima frem til ibrugtagning og i den videre brug.

Det gode er, at det klima, der er sundest for mennesker, også er det, der fungerer bedst for trægulve, hvorfor korrekt ventilation er vigtigt.

Træinformation
Marts 2019
Mikael Koch

INDHOLD

7 INDLEDNING

7 Hvordan opleves luftfugtighed

8 Forhold der kan have indflydelse på, at fuger mellem brædder ændrer sig

8 Indeklima og fugtforholds betydning for trægulve

9 STYRING AF LUFTFUGTIGHED I BYGNINGER

9 Ventilation og fugtgenvinding

12 Befugtning af ventilationsluft

12 Opvarmning

12 Brugeradfærd

14 KRAV TIL INDEKLIMA UNDER LÆGNING AF TRÆGULVE

15 VALG AF TRÆGULVE I RELATION TIL FUGT

16 FUGTINDHOLD I GULVBRÆDDER VED MODTAGELSE

17 UDLÆGNING AF TRÆGULV I RELATION TIL FUGT

18 INDEKLIMA INDTIL OVERDRAGELSE OG IBRUGTAGNING

18 INDREGULERING OG VEDLIGEHOLDELSE AF VENTILATIONSSYSTEMER

19 OPSUMMERING

20 MYNDIGHEDSKRAV OMKRING VENTILATION

20 Bygningsreglement 2018

21 DS 447 Ventilation i bygninger
– mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer

22 SBi-anvisning 277, 278 og 279 Fugt i bygninger

Indledning

Det er vigtigt at gøre brugeren klart, at trægulve er et naturprodukt med variation, som derfor også reagerer på indeklimaet. Inden levering af et nyt trægulv bør der derfor foretages en forventningsafstemning.

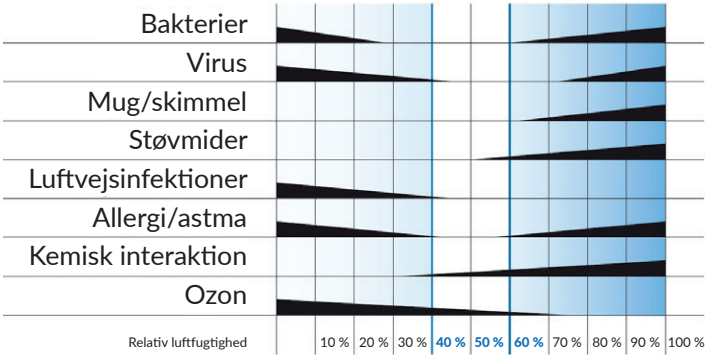
I denne vejledning beskrives vigtigheden af:

- Valg og indkøring af ventilationsanlæg, herunder styring af bygningens relative luftfugtighed.
- De indbyggede gulvmaterialers fugtindhold.

Det er glædeligt at notere sig, at det fugtighedsinterval, der er sundest for brugeren på en række parametre, også er det ideelle for trægulve samt i balance med det fugtindhold trægulve normalt leveres med. Med andre ord: hvis trægulvet har det godt, så har brugeren også de bedste indeklimaforhold.

Hvordan opleves luftfugtighed

Oplevelse af indeklima er forskellig fra person til person og afhænger af mange parametre herunder bl.a. temperatur, luftfugtighed, lufthastighed og påklædning. Den absolutte luftfugtighed i udeluften varierer hen over året og er lavest i vinterhalvåret. Sammen med behov for opvarmning og ventilation i bygninger kan det medføre en – i nogle tilfælde – meget lav luftfugtighed indendørs, som både kan give gener for personer og påvirke fx trægulve. Mange mennesker vil opleve en luftfugtighed på 40-50 % RF som værende optimal. Mange skadelige organismer, der påvirker indeklimaet, har de dårligste betingelser i dette område, som det kan ses i figur 1. Derudover kan der være større risiko for smitte med bl.a. influenza og luftvejsinfektioner ved meget lav luftfugtighed, ligesom allergi og astma kan blive påvirket af både lav og høj luftfugtighed.



Figur 1 Sammenhæng mellem relativ luftfugtighed og indeklimaforhold. Kilde: Hansen, S. O. (1992) Innemiljø

Forhold der kan have indflydelse på, at fuger mellem brædder ændrer sig

- Gulvbræddernes fugtindhold ved levering.
- Krav til fugttolerance i gulvbrædderne ved levering.
- Valg af træart og trægulvets tykkelse.
- Indeklimaforhold under montering.
- Indeklimaforhold frem til overdragelse og ibrugtagning.
- Indeklimaforhold under brug.

Under de tre sidste forhold har klimaanlæg og ventilation stor betydning.

Indeklima og fugtforholds betydning for trægulve

Ved valg og udførelse af trægulve bør der tages hensyn til de dimensionsændringer, der naturligt vil forekomme i gulvfladen som følge af årstidsvariationer i luftfugtighed og temperatur. Tilsvarende bør der tages højde for de forøgede dimensionsændringer (især svind), som forekommer ved anvendelse af gulvvarme og ventilationsanlæg.

Fugtindholdet i trægulve vil altid søge at indstille sig i ligevægt med luftens relative luftfugtighed (RF) og temperatur. Træet optager og afgiver fugt ved ændringer i den relative luftfugtighed. Det sker i alle trægulve, men trægulvets bevægelse i form af svind og udvidelse (kvældning) afhænger af produkttype, træart, tykkelse og overfladebehandling – se *Valg af trægulve i relation til fugt*. De største bevægelser ses normalt i gulve af massivt træ, mens svind og kvældning i lamel- og finergulve normalt er væsentligt mindre.

Styring af luftfugtighed i bygninger

Styring af luftfugtigheden i en bygning består af flere parametre, herunder:

- Ventilation
- Fugtgenvinding
- Evt. befugtning (kun i særlige tilfælde)
- Opvarmning
- Brugeradfærd

Ventilation og fugtgenvinding

Boliger
Ventilation af boliger sker primært for at sikre mod for høj luftfugtighed. Som følge af stadig større krav til bygningers tæthed er mekanisk ventilation med indblæsning, udsugning og varmegenvinding derfor blevet standard i stort set alle nye boliger. Nye enfamiliehuse kan i enkelte tilfælde stadig udføres med naturlig ventilation, såfremt energikravene kan overholdes.

Luftskiftet i boliger er fastsat i Bygningsreglementets §443 til en minimumsluftudskiftning på 0,3 l/s pr. m² bolig, se *Myndighedskrav omkring ventilation,* hvilket svarer til et luftskifte på en halv gang i timen ved normal rumhøjde. Derudover er der krav om, at luftmængden i toilet, baderum og køkken skal kunne hæves til hhv. 10, 15 og 20 l/s, når der er behov for dette (høj fugtighed ved bad og madlavning). Afhængigt af boligens størrelse kan dette krav i nogle tilfælde medføre et luftskifte, der er større end en halv gang i timen, når der er ventilationsbehov i både bad og køkken. I vinterhalvåret kan selv luftskiftet på en halv gang i timen være medvirkende til udtørring af rumluften, specielt hvis fugtproduktionen i boligen er lav.

Som et eksempel kan luftfugtigheden komme helt ned på 15 % RF ved opvarmning til 23°C fra -5°C med 90 % RF, hvis der ikke sker en tilførelse af fugt.

For boliger skelnes der mellem to typer ventilationsanlæg:

- Centrale fællesanlæg: Etageboliger
- Decentrale anlæg: Enfamiliehuse, rækkehuse og etageboliger

Centrale fællesanlæg har tidligere været anvendt meget i etageboliger, men er i de senere år anvendt mindre til fordel for decentrale ventilationsanlæg blandt andet pga. manglende pladsforhold til kanaler, brandkrav og økonomi. Ved anvendelse af centrale ventilationsanlæg i etageboliger er mulighederne for individuel styring af luftskiftet i de enkelte lejligheder begrænset, og der er derfor ofte anvendt de luftskifter, der er krav om til køkken og bad, som grundventilation. Det kan i lejligheder under 60 m² medføre et konstant luftskifte på over en gang i timen med mulighed for yderligere luftskifte ved brug af emhætte. I fællesanlæg kan indblæsningstemperaturen ikke styres individuelt, hvis der fx er en varmeflade på ventilationsanlægget. Hæves indblæsningstemperaturen på det centrale anlæg, vil det påvirke alle lejligheder.

Fordelen ved de decentrale ventilationsanlæg er, at der er separat styring og sensorer for hver boligenhed herunder i mange tilfælde luftfugtighedsfølere. Der er således bedre mulighed for at behovstyre i forhold til luftfugtigheden i den enkelte bolig både i forhold til luftskifte og indblæsningstemperatur. Luftskiftet på en halv gang i timen kan

således opretholdes som minimumsluftskifte, når der er lav luftfugtighed med mulighed for et højere luftskifte, når luftfugtigheden stiger fx ved bad og madlavning.

Varmegenvinding i både centrale og decentrale boligventilationsanlæg udføres oftest som modstrømsvarmevekslere, hvor udsugningsluften passerer indblæsningsluften gennem en række tynde plader, som overfører varmen mellem de to luftstrømme. I en modstrømsvarmeveksler er luftstrømmene fuldstændig adskilt, og der kan således ikke ske en genvinding af fugten i den luft, der suges ud. Til gengæld sker der en affugtning af indblæsningsluften, når den opvarmes af den luft, der suges ud. Denne type varmeveksler anvendes typisk i boliger pga. krav til en høj varmegenvindingsgrad, og fordi der ikke er risiko for overførsel af lugt mellem luftstrømmene.

Andre bygninger end boliger

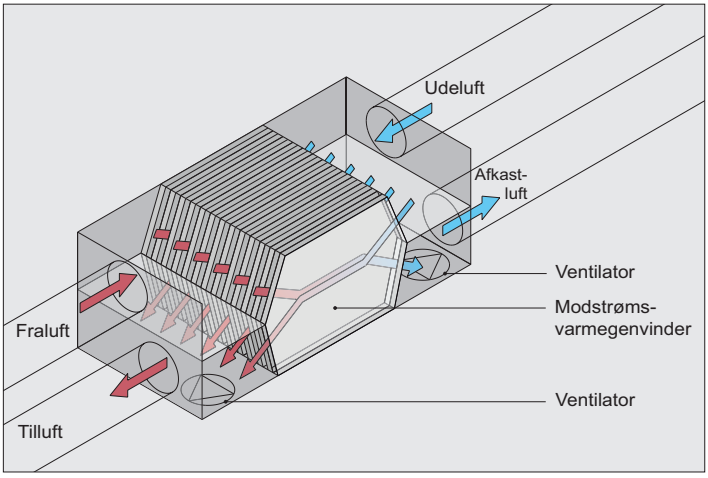
I institutioner og undervisningslokaler er kravet til ventilation fastsat ud fra en luftmængde pr. m^2 gulv og pr. person, samt et krav om at CO_2-indholdet i luften skal kunne holdes under 1.000 ppm.

I andre bygninger, herunder kontorer, fastsættes luftskiftet ud fra individuelle krav fra bygherre fx ved anvendelse af indeklimakategorierne i *DS447 Ventilation i bygninger*, og/eller ud fra simuleringer af det forventede indeklima i bygningerne typisk med henblik på, at rumtemperaturen ikke må overskride en vis grænse i mere end et bestemt antal timer pr. år.

Fælles for andre bygninger er, at brugstiden som regel er kortere end for boliger, og at ventilationsanlæggene derfor oftest tidstyres for at spare energi uden for brugstiden. Luftskiftet uden for brugstiden vil derfor typisk være meget lavt.

Mulighederne for behovsstyringer er oftest gode i andre bygninger, og spænder fra anvendelse af decentrale ventilationsanlæg til zoneopdeling af store centrale ventilationsanlæg.

Minimumsluftskiftet kan i nogle tilfælde være begrænset af, at fx indblæsningsarmaturer ikke kan håndtere meget små luftmængder uden risiko for, at luften dropper. Der kan derfor i lokaler med stort luftskifte – af hensyn til kølebehov om sommeren – også være et relativt stort luftskifte om vinteren pga. armatur-



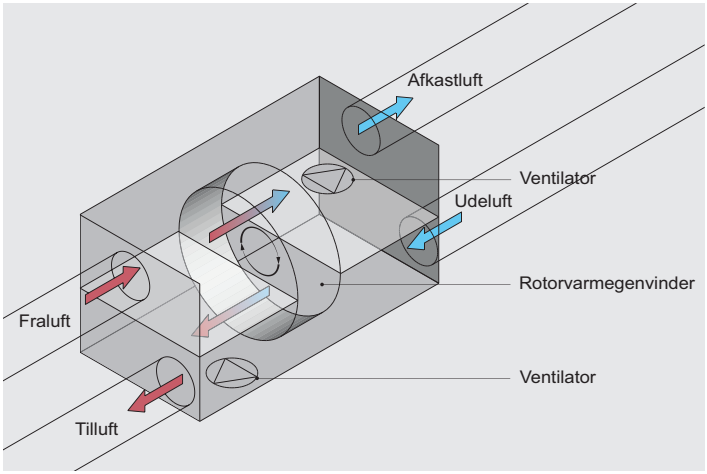
Figur 2 Illustration af modstrømsvarmeveksler i ventilationsaggregat. Kilde: SBi-anvisning 266 Småhuse – Indeklima og energi.

valg, som begrænser minimumsluftmængden, selvom ventilationsbehovet måske er mindre. Ændret valg af indblæsningsarmaturer eller indblæsningsmetode kan være en løsning til at nedbringe luftskiftet.

Afhængigt af hvor omfattende automatikinstallationen er, kan der være mulighed for at styre både efter temperatur og CO_2 i de enkelte rum. Der styres sjældent efter luftfugtigheden i andre bygninger end boliger, men det kan være en mulighed at installere en luftfugtighedsføler i fx udsugningskanalen, som kan være med til at regulere indblæsningstemperatur og luftmængde alt afhængigt af anlægsopbygning.

I andre bygninger end boliger anvendes oftest roterende varmeveksler som varmegenvinding pga. et lavere krav til varmegenvindingsgrad, og fordi der kan overføres en vis mængde fugt mellem den udsugede og den indblæste luft. Roterende varmevekslere i standardudførelse genvinder varme fra udsugningsluften, og ved lave udetemperaturer overføres også fugt via kondensering af fugten i udsugningsluften. Der findes også såkaldte hygroskopiske udgaver af roterende varmevekslere med en belægning af silicagel på overfladen, som gør, at der både kan genvindes varme og fugt, og dermed kan bidrage til en befugtning af indblæsningsluften. Derudover findes der også såkaldt sorptionsvarmevekslere, som har en overfladebelægning af zeolit, der om vinteren gør det muligt at genvinde varme og fugt og om sommeren genvinde køleenergi og affugte udeluften inden køling.

Ved anvendelse af roterende varmevekslere er der en vis lækage mellem indblæsnings- og udsugningsluft, som kan medføre overførsel af lugt. Derfor er den roterende varmeveksler ikke egnet til brug i lokaler med forurenede processer. I disse tilfælde kan der fx anvendes modstrømsvarmevekslere med høj varmegenvindingsgrad men ingen fugtoverførsel eller væskekoblede flader med en noget lavere varmegenvindingsgrad og ingen fugtoverførsel.



Figur 3 Illustration af roterende varmeveksler i ventilationsaggregat. Kilde: SBi-anvisning 266 Småhuse – Indeklima og energi.

Befugtning af ventilationsluft

Pga. risiko for bakterievækst er anvendelse af befugtet ventilationsluft iht. *Bygningsreglementet* begrænset til særlige tilfælde som fx museer og trykkerier.

Opvarmning

Opvarmning af bygninger sker typisk med radiatorer, gulvvarme, opvarmet luft eller en kombination af flere af disse systemer. Ved opvarmning af bygningen vil der samtidig ske en affugtning af rumluften.

Radiatorvarme afgives som en kombination af konvektion (afgivelse af varme til luften) og stråling til overfladerne i rummet. Radiatorer anvendes i alle typer byggeri.

Gulvvarme afgives primært som stråling men ved en lavere temperatur over en større overflade. Pga. varmekildens placering sker der en stor overførsel af varme direkte til gulvbelægningen, hvilket øger udtørringen i gulvbelægningen. Gulvvarme kan udføres som både tung konstruktion, hvor slangerne er indstøbt i beton, eller som en let konstruktion hvor slangerne er placeret i et isolerende lag, som er friholdt af betonkonstruktionen. Fordelen ved den lette konstruktion er, at den reagerer hurtigere ved temperaturudsving end den tunge konstruktion. Gulvvarme bliver anvendt som opvarmningsform i stort set alle nye enfamiliehuse.

Ved luftopvarmning sker afgivelsen af varmen udelukkende til luften. Ved luftopvarmning skal temperaturen på den indblæste luft være noget højere end ved normal komfortventilation. Samtidig kan der være behov for et større luftskifte, end der ellers er krav om, for at kunne afgive tilstrækkelig varme til rummet. Der kan med fordel recirkuleres en delluftmængde, så der kun tilføres en minimumsfriskluftmængde. Derved mindskes energiforbruget og en del af luftfugtigheden i rummet bevares. Luftvarme bliver ikke anvendt i stor udstrækning i nye byggerier.

Brugeradfærd

I forhold til påvirkning af luftfugtigheden i rum kan brugeradfærd have meget at sige i samspil med de tekniske systemer (ventilation og opvarmning). Brugeradfærd der afviger fra det, der er forudsat i forbindelse med myndighedskrav og opbygning af tekniske systemer, kan påvirke både energiforbrug og luftfugtighed i negativ retning.

Komfort

I forbindelse med projektering af varmeanlæg dimensioneres systemerne for at man kan opvarme rummene til 20°C ved en udetemperatur på -12°C. I mange tilfælde ønsker brugerne dog en højere temperatur fx 22-23°C eller mere. Det i sig selv er medvirkende til en større udtørring af rumluften.

I huse med gulvvarme har mange et ønske om at kunne mærke, at gulvet er lunt. Nogle vil derfor ikke acceptere, at gulvvarmen slukkes, når rummet er tilstrækkelig varmt, og der kan derfor ske en unødvendig opvarmning til højere rumtemperaturer for at få det ønskede komfortniveau ved fødderne. Udover at være medvirkende til udtørring af rumluften vil en højere temperatur på gulvvarmen påvirke udtørring af gulvbelægningen pga. den direkte yderligere varmepåvirkning.

Fejlbetjening

Uhensigtsmæssig betjening af ventilationsanlæg kan også have en negativ påvirkning af både luftfugtigheden og energiforbruget. Hvis fx indblæsningstemperaturen hæves for at modvirke trækgener, affugtes luften mere end

nødvendigt. I stedet bør man afhjælpe træk-gener på anden vis. En anden situation kan fx være, at behovsstyring og eventuel urstyring overstyres for at sikre maksimal ventilation i en periode og ikke stilles tilbage igen. I så fald overventileres der med unødvendig udtørring af luften og stort energiforbrug som følge.

Lav fugtproduktion
I boliger som kun bebos af én person, eller i boliger der bebos af personer med stor rejse-aktivitet, vil fugtproduktionen være lavere, end hvis boligen var beboet af flere personer. Selv minimumsluftmængden, der stilles krav til i *Bygningsreglementet,* kan i sådanne tilfælde være medvirkende til uhensigtsmæssig udtør-ring af rumluften – specielt i vinterhalvåret. I etagebyggeri med centrale fællesventilations-anlæg, hvor luftskiftet i nogle tilfælde er højere, vil problematikken være mere udtalt. Bygningsreglementets luftskiftekrav kan i kolde vintermåneder betyde, at der kan opstå en luftfugtighed på under 20 % RF, hvilket også giver et lille svind selv på brædder, der er leveret med 6 % fugtindhold.

Høj fugtproduktion
I boliger der bebos af mange personer, som opholder sig meget i boligen, kan der omvendt være udfordringer med at luftfugtigheden bliver for høj, specielt hvis der er begrænset ventilation og der fx tørres meget tøj inden-dørs.

Krav til indeklima under lægning af trægulve

Før lægning af trægulvet skal bygningen være lukket og tør, og der skal være sat varme på bygningen. Alle arbejder, der kan tilføre bygningen fugt, fx murerarbejde og grundlæggende malerarbejde, skal være afsluttet. Bygningen skal være i ligevægt med en for årstiden normal luftfugtighed, som ikke må være over 65 % RF relativ luftfugtighed ved ca. 20°C.

Ved lægning af trægulve skal den relative luftfugtighed i bygningen ligge i intervallet 30-65 % RF. Det bør tilstræbes, at luftfugtigheden befinder sig så tæt ved 50 % RF som muligt, da det modsvarer den gennemsnitlige træfugt for normalt tørrede og plastemballerede trægulve. Fugtniveauet skal holdes konstant resten af byggeperioden frem til ibrugtagning.

Gulvunderlaget skal være tilstrækkeligt udtørret, og der udføres evt. fugtspærre under gulvbelægningen – der henvises til *TRÆ 79 Trægulve*. Da udtørring af betonunderlag ofte tidsmæssigt undervurderes, kan gulvunderlag evt. udføres af tørre byggesystemer som fx etageadskillelser af træbjælkelag/CLT-elementer og terrændæk som lette terrændæk uden støbt betonplade, som angivet i *TRÆfakta 12 Lette terrændæk*.

Figur 4 Klima skal være indreguleret før lægning af trægulv.

Valg af trægulve i relation til fugt

Både valg af træart og trægulvets tykkelse har betydning for variationen i fugerne mellem brædderne ved fugtforandringer – der henvises i øvrigt til:

- *TRÆ 79 Trægulve*
- *TRÆ 70 Træmaterialer*
- *TRÆfakta 05 Trægulve – Svind og udvidelser*

Træarter med mindst svind og udvidelse er fx:
- ahorn, teak, iroko, merbau og doussié.

Træarter med moderat svind og udvidelse er fx:
- fyr, douglas, eg, ask, bilinga, valnød, pressetørret bøg og til dels jatoba.

Træarter med stort svind og udvidelse er fx:
- bøg, keruing og ipé.

Jo tykkere gulvbrædderne er, des langsommere reagerer de på variationerne i luftfugtigheden.

Smalle brædder giver mindre fugebredder, idet fugebredden følger bræddebredden.

Lamelgulve med tværlag er mindre følsomme overfor fugt.

Det kan være en god investering at bestille brædder med mindre fugttolerance. Dette nedsætter risikoen for store fuger mellem gulvbrædderne, og nedsætter risikoen for variation inden for det enkelte bræt, da rodenden har en tendens til at være fugtigere end top-enden.

Fugtindhold i gulvbrædder ved modtagelse

I henhold til *TRÆ 79 Trægulve* er tolerancer for fugtindhold ved levering for massive trægulve 8 ± 2 % (afviger fra EN specifikationer som normalt er 9 ± 2 %), og for lamelbrædder 7 ± 2 %.

En træfugtighed på 8 % svarer til en relativ luftfugtighed på ca. 40 % RF ved temperatur på ca. 20°C, hvilket er tæt på idealet 40-60 % RF. Men leveringsvariationen på ±2 % betyder, at den tilsvarende relative luftfugtighed svinger i intervallet 25 – 50 % RF ved 20°C.

Når brædder modtages tørrede til det specificerede fugtindhold, skal de ikke – modsat gamle traditioner – pakkes ud ved modtagelse. Til gengæld er det vigtigt, at ventilationsanlægget er indkørt, så den relative luftfugtighed i bygningen kan styres.

Med ±2 % variation i træfugtigheden kan der optræde en fugtvariation på et nylagt gulv, der altså kan svinge fra 6 til 10 % træfugtighed. Det kan give variation i trægulvet. Hvis rummet fx får en luftfugtighed på 25 % RF, vil det betyde, at alle brædder med oprindelig 6 % træfugt ikke vil ændre sig, mens dem der startede på 10 % træfugt, vil svinde med 4 % fugt svarende til en breddeændring på lidt over 1 mm i et 120 mm massivt bræt. Bestilles brædderne med en fugttolerance på ±1 % vil fugtvariationen kun være 2 %, hvilket halverer forskellen i fugebredde til 0,5 mm.

Ifølge *TRÆ 79 Trægulve* og *TRÆfakta 05 Trægulve – Svind og udvidelser* vil svindet i lamelgulve kun være ca. 0,1% (1,0 mm/m) per procentændring i træets fugtindhold.

Endelig kan brædderne være overtørret, dvs. tørret ned til 4-6 % træfugtighed. Dette gør, at brædderne har mindre tendens til at udvide sig igen, når fugtindholdet hæves til fx 8 %.

Udlægning af trægulve i relation til fugt

Ved lægning af trægulve skal der tages højde for deres fugtbevægelser. For gulve på bjælker eller strøer sikres bevægelsesmuligheden ofte ved at anvende det såkaldte 10-brætsmål.

10-brætsmålet angiver den bredde, som 10 brædder eller stave forventes at have i den fugtigste brugstilstand. Den fugtigste periode er som regel eftersommeren. Ved udlægning af trægulve skal det løbende kontrolleres, at 10-brætsmålet overholdes. Udlægges trægulvet med et lavt fugtindhold, skal der ved lægningen sandsynligvis sikres en lille afstand mellem brædderne, eventuelt ved at indlægge spaceres (små afstandsstykker) mellem de enkelte stave/brædder.

Ved større svømmende gulve (over 8 x 12 m, hvor de 12 m er i brædderne længderetning) og i gulve med uregelmæssig geometri skal der etableres dilatationsfuger samt etableres korrekt afstand mellem trægulve og afgrænsende vægge som angivet i *TRÆ 79 Trægulve*

Indeklima indtil overdragelse og ibrugtagning

For at hindre uønskede variationer i trægulve er det vigtigt, at der ved lægning af trægulve etableres det blivende indeklima, og at dette bibeholdes frem til aflevering og ibrugtagning. Herefter er det brugeradfærd sammen med korrekt drift og vedligeholdelse, der har afgørende betydning for fugtbetingede bevægelser i trægulve.

Det anbefales, at der installeres hygrometre i boliger, så brugerne kan holde øje med, at luftfugtigheden ligger inden for det anbefalede interval på 30 – 65 % RF.

Indregulering og vedligeholdelse af ventilationssystemer

I forbindelse med indregulering og vedligeholdelse af ventilationssystemer er det vigtigt at sikre, at systemerne kører som tiltænkt både af hensyn til energiforbrug og for at sikre, at indeklimaet, herunder luftfugtigheden, er optimal.

I forbindelse med indregulering af ventilationsanlæg og den løbende vedligeholdelse bør følgende punkter kontrolleres for at sikre, at luftfugtigheden ikke bliver for lav:

- Kontrol af luftmængder, så der ikke overventileres i forhold til det behov, der er.
- Kontrol af indblæsningstemperatur, så luften ikke opvarmes mere end der er behov for. (Trækproblemer bør ikke løses ved at hæve indblæsningstemperaturen, hvis der er andre muligheder.)
- Kontrol af at behovsstyring fungerer, så der ikke overventileres, når der ikke er behov for det.
- Kontrol af at temperatur- og luftfugtighedsfølere fungerer.

Opsummering

Det er vigtigt, at der ved projektering og udbud vælges ventilationsanlæg, der rent faktisk kan indreguleres svarende til faktisk brug. Indreguleringen kan med fordel gøres på rumniveau evt. ved valg af decentrale anlæg. Ventilationsanlæg bør køres ned på mindst tilladte luftskifte – evt. lukkes ned – når de ikke er i brug, eller der ikke er brug for yderligere fjernelse af fugt. Rotationsvekslere kan overvejes til brug i boliger, da der kan ske en genindvinding af fugten. Der kan dog gennem genanvendelsen af fugten ske en lugtoverførelse. Rotationsvekslere fås kun som centrale anlæg, men kan være egnede i situationer og boligtyper med store arealer og få beboere med lille fugtpåvirkning, men bør ikke anvendes i boliger med mange personer og høj fugtbelastning.

Det er vigtigt at tilrettelægge byggeprocessen således, at indeklimaet er indreguleret ved lægning af gulv, og at gulvunderlag er tilstrækkeligt udtørret. Der foretages fugtmålinger i gulvunderlaget inden udlægning af gulvbrædder, så det sikres, at der ikke opstår risiko for fugtskader i gulvbelægningen. Fugtmålinger udføres som proceskontrol og indgår dermed i kvalitetssikringen. Gulvunderlag kan evt. udføres af tørre byggesystemer som fx etageadskillelser af træbjælkelag/CLT-elementer og terrændæk som lette terrændæk uden støbt betonplade, som angivet i *TRÆfakta 12 Lette terrændæk*.

Det er vigtigt, at gulvbrædder leveres med det specificerede fugtindhold, og at der inden lægning af trægulve foretages fugtmålinger i gulvbrædderne, så det sikres at fugtindholdet i gulvbrædderne er i balance med den relative luftfugtighed i bygningen. Målinger af den relative luftfugtighed i bygningen samt fugtmålinger i gulvbrædder foretages løbende ved udlægning af trægulve, og udføres som henholdsvis proces- og modtagekontrol, som dermed indgår i kvalitetssikringen.

Ved udlægning af trægulve på bjælker eller strøer skal det sikres, at 10-brætsmålet overholdes. Ved svømmende gulve skal der etableres dilatationsfuger samt etableres korrekt afstand mellem trægulve og afgrænsende vægge som angivet i *TRÆ 79 Trægulve*.

Efter udlægning af trægulve er det vigtigt, at den relative luftfugtighed i bygningen holdes i balance frem til ibrugtagning.

Ved ibrugtagning er det vigtigt, at brugere informeres om korrekt ventilation af bygningen, så indeklimaet forbliver så optimalt som muligt for både trægulvene og menneskerne, der opholder sig i bygningen. Det anbefales, at der installeres hygrometre i boliger, så brugerne kan holde øje med, at luftfugtigheden ligger inden for det anbefalede interval på 30–65 % RF.

I forbindelse med indregulering og vedligeholdelse af ventilationssystemer er det vigtigt at sikre, at systemerne kører som tiltænkt med hensyn til indeklimaet.

Myndighedskrav omkring ventilation

Der er i *Bygningsreglementet* bestemmelser omkring ventilation af bygninger for bl.a. at sikre mod skader pga. for højt fugtindhold i boliger og for at tilsikre et godt atmosfærisk indeklima i institutioner og undervisningslokaler. I andre byggerier herunder kontorbyggerier er det op til bygherren at fastsætte indeklimakrav, hvilket blandt andet kan gøres ud fra indeklimakategorierne i Dansk standards norm *DS 447 Ventilation i bygninger*. Dette kan evt. suppleres med krav om indeklimasimuleringer i tilfælde, hvor det ønskes at holde temperaturen under et bestemt niveau. Myndighedskravene forholder sig ikke til meget lav luftfugtighed.

Derudover har BUILD udgivet en række SBi-anvisninger med fokus på indeklima og fugt i bygninger, som der henvises til i Bygningsreglementet.

Bygningsreglement 2018

§334
Bygninger skal projekteres, udføres og vedligeholdes, så vand og fugt ikke medfører risiko for personers sundhed eller skader på bygningen.

§335
Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af fugt som følge af fugttransport fra indeluften. Kuldebroer i klimaskærmen må ikke medføre problemer med f.eks. kondensdannelse og skimmelvækst.

§336
Bygningskonstruktioner og -materialer må ikke have et fugtindhold, der ved indflytning medfører risiko for vækst af skimmelsvamp.

§429
Anlæg for befugtning af indblæsningsluft må kun installeres, såfremt sikkerhedsmæssige, produktionsmæssige, bevaringsmæssige eller sundhedsmæssige grunde taler herfor, som f.eks. i trykkerier eller på museer.

§443
I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der til enhver tid være en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m^2 opvarmet etageareal. Dette gælder også ved brug af behovsstyret ventilation.

Stk. 2. Boligens grundluftsskifte skal tilvejebringes med et ventilationsanlæg med indblæsning i beboelsesrummene og udsugning i bad, wc-rum, køkken og bryggers. Ventilationsanlægget skal have varmegenvinding, der forvarmer indblæsningsluften. Uden for opvarmningssæsonen kan indblæsning erstattes af udelufttilførsel gennem vinduer, udeluftventiler og lignende.

Stk. 3. Køkkener i boliger skal forsynes med emhætte med udsugning over kogepladerne. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning og afkast til det fri og have tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavning. Udsugningen skal kunne forøges til mindst 20 l/s.

Stk. 4. Udsugning fra bade- og wc-rum i boliger skal kunne forøges til mindst 15 l/s. I wc-rum uden bad og i bryggers skal der kunne udsuges mindst 10 l/s.

§444
Fra kælder i enfamiliehuse skal der kunne udsuges mindst 10 l/s. I andre beboelsesbygninger end enfamiliehuse skal kælderens ventilation dimensioneres efter rummets størrelse og anvendelse.

§445
For andre rum i beboelsesbygninger end de i §§ 443 og 444 nævnte skal ventilationens dimensionering ske under hensyn til rummets størrelse og anvendelse.

§446
Enfamiliehuse kan ventileres ved naturlig ventilation eller en kombination af naturlig- og mekanisk ventilation. For enfamiliehuse med naturlig ventilation gælder § 443, stk. 1 og 3.

§447
Opholdsrum i daginstitutioner, undervisningsrum i skoler og lignende skal ventileres med et ventilationsanlæg, der omfatter både indblæsning og udsugning, samt varmegenvinding, der forvarmer indblæsningsluften.

Stk. 2. I daginstitutioner skal indblæsningen med udeluft og udsugningen mindst være 3,0 l/s pr. barn og mindst 5,0 l/s pr. voksen, samt 0,35 l/s pr. m^2 etageareal. I undervisningsrum i skoler og lignende skal indblæsningen med udeluft og udsugningen være mindst 5,0 l/s pr. person, samt 0,35 l/s pr. m^2 etageareal. I daginstitutioner og undervisningsrum i skoler og lignende skal det tillige tilsikres, at det maksimale CO2-indhold i indeluften ikke overstiger 1.000 ppm for de dimensionerende forhold.

Stk. 3. Hvis der benyttes ventilationsanlæg med behovsstyret ventilation, kan der afviges fra de angivne luftmængder, når der er et reduceret behov. Ventilationen i brugstiden må ikke være mindre end 0,35 l/s pr. m^2 etageareal.

§449
For andre rum end de i § 443-447 nævnte skal ventilationens dimensionering ske under hensyn til rummet størrelse og anvendelse.

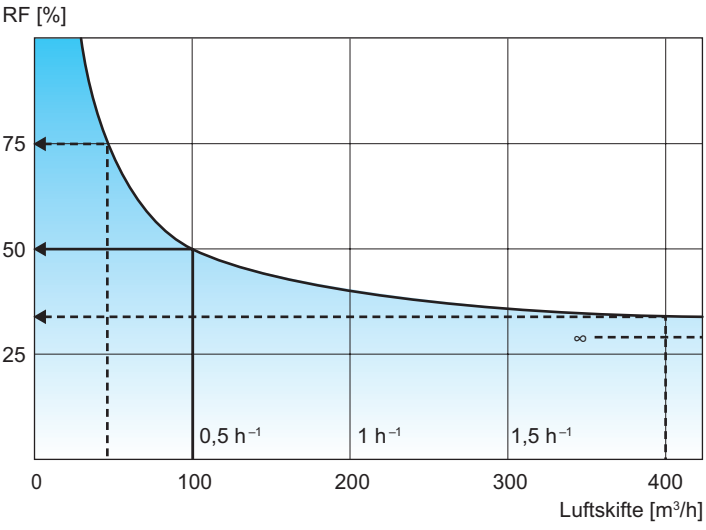
DS 447 Ventilation i bygninger – mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer

Anneks B
B.3 Rumluftens fugtindhold
I kapitlet anbefales det at den relative luftfugtighed holdes under 65 % RF for at hæmme svampevækst og under 45 % RF i en længere periode i den koldeste del af året for at bekæmpe husstøvmider.

Anneks C
I andre bygninger end boliger, institutioner og skoler kan luftskiftet fastsættes ved anvendelse af Anneks C i DS 447, hvor en bygherre har mulighed for at vælge mellem 3 indeklimakategorier med en forventning om et maksimalt antal personer, der er utilfredse med indeklimaet. I kategori I forventes 15 % utilfredse, i kategori II 20 % utilfredse, og i kategori III forventes 30 % utilfredse. For hver kategori er der angivet en luftmængde pr. m^2 gulvareal og pr. person.

SBi-anvisning 277 Fugt – Teori, beregninger og undersøgelse

I *SBi-anvisning 277 Fugt – Teori, beregninger og undersøgelse* kapitel 3.3.4 Indeklima illustrerer grafen i figur 5 den relative luftfugtighed som en funktion af luftskiftet i en bolig på 80 m² med 4 personer. Hvis luftskiftet er en halv gang i timen, kan den relative luftfugtighed holdes på 50 % RF, men hvis luftskiftet sænkes til en kvart gang i timen, stiger den relative luftfugtighed til ca. 75 % RF. Omvendt falder den relative luftfugtighed til ca. 35 % RF hvis luftskiftet øges til 2 gange i timen.



Figur 5 Relativ luftfugtighed som funktion af luftskiftet for almindelig bolig. Kilde: SBi-anvisning 277 Fugt – Teori, beregninger og undersøgelse.

Manuskript: Benny Lillelund og Mikael Koch, Træinformation
Christian Drivsholm og Mads Køhler Pedersen, Energi & Klima, Teknologisk Institut
Redaktion: Træinformation
Layout: Lone Bak
Foto: Lindab, Kim Risgaard Sildorf og Anders Hviid

Copyright © 2019 og 2023, Træinformation
2. udgave, april 2023

Eftertryk er kun tilladt efter aftale med
Træinformation
Lyngby Kirkestræde 14
2800 Kgs. Lyngby
Telefon 45 28 03 33
traeinfo@traeinfo.dk
www.traeinfo.dk

Denne vejledning, *TRÆfakta 14 Trægulve – Indeklima*, indgår i en serie af branchevejledninger, som udarbejdes i et fagligt forum for trægulve under fællesmærket TRÆgulve.

Det faglige forum for trægulve er et samarbejde mellem ledende gulvproducenter, gulvleverandører og brancheorganisationer med det formål, at videreudvikle den faglige viden om anvendelse, lægning og vedligeholdelse af trægulve, og at fremme kvaliteten og anvendelsen af træbaserede gulve.

Bag det faglige forum for trægulve står Boen Danmark, Danadeco-Everfloor A/S, DI Byggeri – Gulvbranchen, DI Byggeri – Træsektionen, Dinesen, Hørning Parket A/S, Junckers Industrier A/S, Kährs, Knudsen Kilen A/S, Kronospan ApS, Moelven Danmark A/S, Moland Byggevarer A/S, Oscon ApS, Tarkett A/S, Timberman Denmark A/S og Træinformation.

Træinformation er sekretariat for samarbejdet og branchevejledningerne indgår i TRÆfakta-serien, som en videreudbygning af branchestandarderne i håndbogen *TRÆ 79 Trægulve*.

TRÆ Information