

# Standning af grundfugt i ældre ejendomme



**GI**  
BEDRE  
BOLIGER



# Kom godt fra start

Mange kældre i ældre ejendomme opfattes generelt som fugtige i relation til en nutidig anvendelse. Årsagerne hertil kan være meget forskellige, eksempelvis:

- Der tilføres mere fugt til kælderen end tidligere af udefra kommende årsager
- Kælderen er blevet mere fugtig, fordi opvarmning og udluftning er blevet forringet
- Kælderen benyttes nu til funktioner, som afgiver mere fugt end tidligere
- Kælderen er ikke blevet mere fugtig, men de funktioner som kælderen ønskes benyttet til kræver tørrere forhold
- Kælderen er ikke blevet mere fugtig, men har afskalninger og skjolder på vægge som kan skyldes udfældning af salte i murværket.

## Bygningsejerens forventninger, ambitioner og økonomi

Bygningsejeren skal beslutte, om horisontal (vandret) fugtspærre alene skal beskytte træbjælkelag i stueetagen og andre indbyggede trækonstruktioner mod skadelige opfugtninger, eller om der også ønskes udtørring af kældervæggene. Sammen med rådgiveren eller den udførende beslutter bygningsejeren på baggrund heraf dels i hvilken højde, fugtspærren skal placeres, dels hvilke andre tiltag der bør gennemføres. Det er desuden vigtigt at tage stilling til hvilke kældervægge, der skal

fugtsikres, ud fra en vurdering af risiko for opfugtninger, den forventede anvendelse af kælder, de økonomiske muligheder og risikoen for at skulle fortsætte fugtsikringsarbejde, hvis det måtte vise sig, at en delvis fugtsikring ikke fører til det ønskede resultat. Hvis der indgår lyskasser og lignende i tilknytning til de vægge, der fugtsikres, skal der tages stilling til, om disse skal ændres eller eventuelt fjernes. De fremtidige krav til indvendige og udvendige overflader skal beskrives. I langt de fleste tilfælde vil der under udtørring af en kældervæg udfældes salte, som ofte vil resultere i at maling og puds skaller af indvendigt i kælder og stueetage samt udvendigt på ydervægge over terræn. Det er muligt at påføre særlige renoveringspudslag, hvis der er risiko for udfældning af salte. Renoveringspuds er meget porøs og har ofte stor vanddampgennemtrængelighed. Renoveringspuds giver i forhold til almindelig puds mulighed for at optage saltkrystaller i en periode. Den indlagte fugtspærre skal være gennemgående i hele væggenes tykkelse. Derfor skal efterbehandling af overflader være kendte, når fugtsikring udføres, så der ikke opbygges 'væger' for fugttransport forbi de indbyggede fugtspærre, hvis fugtspærren er smallere end væggene. Opvarmning og udluftning af kælder har stor betydning for udtørring fra overflader og for vurdering af behov for omfang af horisontal fugtspærre. Derfor skal bygningsejeren oplyse om eksisterende forhold og forventede ændringer heri.

## Anbefaling

Tag beslutninger om kældrens fremtidige anvendelse, stillingtagen til metoder og de øvrige nævnte problemstillinger med en erfaren teknisk rådgiver og/eller udførende byggevirksomhed.

## Byggeteknikken

Ældre ejendomme er i Danmark almindeligvis opført med kældervægge i beton eller murværk på fundament af kampesten, murværk eller beton. Kældervæggene kan være direkte funderede på et fundament eller på pæle. Funderingsmetoden er normalt uvæsentlig i forhold til



Fugtskjolder i facadepuds

Saltudfældninger i kældervæg



## HVAD BØR MAN ISÆR VÆRE OPMÆRKSOM PÅ, NÅR OPSTIGENDE GRUNDFUGT I MUREDE FUNDAMENTER OG KÆLDERVÆGGE SKAL STANDSES?

Murede hvælve over kældre forekommer ofte i udlandet.



vurdering af opfugtning, men det er dog vigtigt at være opmærksom på, at dræning/sænkning

af grundvandstand medfører risiko for svampeangreb i funderingspæle af træ. Det er ligeledes vigtigt at være opmærksom på, at fundamenter har forskellige 'fugt-bremsende egenskaber' i forhold til opstigende grundfugt - afhængigt af om fundamentet er udført af kampesten, murværk eller beton. Over kældrene er etageadskillelser i vid udstrækning udført med et bærende træbjælkelag. Når der anvendes trækonstruktioner er det nødvendigt, at disse ikke udsættes for fugt. Opfugtes træet til over 15-20 vægtprocent, kan der udvikles svamp og råd i konstruktionerne.

Disse byggetekniske forskelle har stor betydning, når man skal vurdere referencer for forskellige metoder til at udtørre/holde konstruktioner tørre, fordi forskellige typer af konstruktioner stiller forskellige krav til, hvor



Træbjælkelag over kælder.

tørt der skal være for at undgå fugtbetingede skader på bygninger.

Metoder med fysiske membraner er grundlæggende uafhængigt af murværkets sammensætning, men andre metoder virker forskelligt, hvis der er forskelle i materialer, fx mørtelsammensætning og forskellige teglmaterialer. Specielt for murværk gælder, at mørteltypen er helt afgørende for de fugttransporterende eller de 'fugt-bremsende egenskaber'. Rene kalkmørtler har

kun ringe bremsende effekt, mens kalkcementmørtler hæmmer fugtopstigningen betydeligt mere, måske i praksis så meget at der ikke vil være opstigende grundfugt af betydning. I ældre ejendomme er muremørtlen næsten altid en ren kalkmørtel. Derfor er det vigtigt at have et indgående kendskab til den konkrete bygning og hvordan den eventuelt adskiller sig fra referencebygninger med udførte fugtstandsningssløsninger, hvis man ønsker at overføre erfaringer herfra.

### **Myndigheder og ansvarsforhold**

Som rådgiver eller udførende skal man være opmærksom på, at kommunen kan stille krav om indsendelse af en ansøgning om byggetilladelse sammen med en projektbeskrivelse for den horisontale fugtspærre. I nogle tilfælde kan kravet

være begrænset til at omfatte fx nedlæggelse af lyskasser og ændring af afløbsledninger. Det er vigtigt på et tidligt stadie i hvert enkelt projekt at afklare, hvorledes bygningsmyndigheder, fredningsmyndigheder (hvis bygning er fredet),

naboer og lignende skal involveres i undersøgelser og behandling af udbedringsforslag. Denne inddragelse gælder både selve fugtsikringen og de tiltag som i øvrigt forventes udført på bygning og omgivelser i forbindelse med en udbedring.

Som ved alle andre byggeopgaver skal forudsætninger, forventninger og indbydes ansvarsforhold afklares mellem alle involverede parter ved klare skriftlige aftaler. Det gælder både for at undgå misforståelser før og under arbejdets udførelse,

men også for efterfølgende at kunne afklare ansvaret, hvis noget går galt.

# Vejen til tørre kældervægge

Behovet for reduktion af fugt i ældre ejendomme med murede fundamenter og kælderydervægge fremkommer løbende ved ændringer i kældrens anvendelse, fugttilførslen, opvarmningen, udluftningen og bygningsejers/brugernes forventningsniveau.

Fugt i fundamenter og kælderydervægge kan stamme fra flere kilder – se kapitel 3. Hvis det er muligt bør skadelige fugtmængder forhindres i at trænge ind i konstruktioner. Alternativt må konstruktioner eller dele heraf behandles, så man kan 'leve med' de opfugtede bygningsdele.

Nogle byggematerialer som eksempelvis metaller, plast og bitumen er så tætte, at vand og vanddamp ikke kan trænge ind i dem. De fleste andre byggematerialer, som eksempelvis beton, murværk og træ indeholder porer og hulrum, som gør det muligt for vand og vanddamp at trænge ind og ud af – og dermed igennem – materialerne.

Porerne udgør ofte et sammenhængende system, som giver mulighed for at vand og vanddamp kan bevæge sig igennem sammenhængende konstruktioner. Porernes antal, størrelse og orientering har stor betydning for, hvorledes fugten kan bevæge sig i byggematerialerne. Porer med stor diameter lader lettere fugt komme ind end porer med lille diameter. Omvendt kan vand suges meget langt, hvis porediameteren er lille.

I murværk kan fugt suges flere meter, men samtidig sker der som regel en udtørring fra overfladerne, som gør at de opsugede vandmængder bliver mindre og mindre, jo længere væk man kommer fra fugtkilden.

De tætte materialer kan benyttes til at beskytte porøse materialer mod opfugtning fra vand og vanddamp, hvis de kan etableres som sammenhængende lag uden utætheder på den side af en porøs konstruktion hvorfra

vandet kommer. Omvendt har de tætte materialer også den effekt, at de forhindrer fugt i at komme ud af et porøst materiale, hvis fugten først er kommet ind.

I en kældervæg, hvor der tilføres fugt nedefra, vil fugten opsuges i murværket og, afhængigt af fugtmængden og en række andre forhold, efterhånden tørre ud fra overfladen af murværket. I nogle tilfælde vil fugtmængden være et problem for anvendelse af bygningen og holdbarheden af konstruktionerne.

Hvis fugtopsugningen er et problem, skal fugten forsøges standset/bremset ved kilden. Hvis man i stedet eksempelvis forsøger at gøre en kældervæg 'tør' ved at påføre den en vandtæt behandling på overfladerne, vil man reducere fordampningen fra overfladerne og derved måske sende mere vand højere op i en bygning, hvor man så kan risikere at få nye fugtskader.

I praksis vil en kælder få tilført fugt fra mange forskellige kilder, herunder i form af opstigende grundfugt. I mange tilfælde vil en reduktion af én eller flere af fugtpåvirkninger, men ikke nødvendigvis alle, være tilstrækkeligt for at opnå acceptable fugtmæssige forhold.

Der er således gennemført en del vellykkede kælderrenoveringer med forskellige typer 'fugtsikringer', hvor fokus har været rettet mod andre fugtkilder end den opstigende grundfugt. I sådanne tilfælde har den opstigende grundfugt næppe været hovedproblemet.

– Det forhold, at der normalt er flere samtidige fugtkilder, og at man ofte udfører flere samtidige afhjælpningsforanstaltninger, gør det næsten umuligt at vurdere effekten af hver enkelt foranstaltning for sig.

Denne vejledning er koncentreret om at anvise metoder til at vurdere, hvornår opstigende grundfugt må formodes at være en væsentlig fugtkilde, samt at anvise metoder til standsning/bremning af den opsti-

gende grundfugt. I denne proces er det væsentligt også at kende bygningsejerens forventninger og behov i relation til de fremtidige til fugtforhold i kælderen.

Opfugtning af kældervægge kan stamme fra flere kilder – fx utætte afløb.



# Fugtdiagnosen

Sådan stilles den rigtige diagnose på fugtforholdene i en given kælder:

## Hvor stammer fugten fra?

Fugten i kældre kommer fra:

- regn direkte på facader
- vand der siver vandret ind fra den omgivende jord
- overfladevand som ledes ind mod kælder
- høj grundvandsstand
- vand der suges op fra fugtige jordlag under bygninger
- fugt i luften, som kondenserer på kolde overflader
- vand fra utætte rør og installationer
- vand som trænger ind gennem afløbsledninger ved overbelastning af ledningsnet
- fugt der produceres i kældre – typisk tøjvask og tørring af våde genstande.

I praksis er der ofte mere end en årsag til opfugtning. Samtidig kan ændring af forhold i bygningen betyde, at den balance, der altid er mellem opfugtning og afgivelse/udtørring af fugt, forrykkes fra en acceptabel balance til en ikke længere acceptabel

balance. Et gammelt fyr afgiver en masse varme i en kælder og sender en stor mængde kælderluft op gennem skorstenen. Udskiftning af dette til et moderne fyr, der ikke afgiver væsentlig varme og heller ikke medvirker til ventilering af kælderen, er et hyppigt forekommende eksempel på en ændring, som utilsigtet kan gøre en kælder mere fugtig. Andre hyppigt forekommende eksempler herpå er efterisolering af etageadskillelse mod kælder samt udskiftning af utætte vinduer til mere tætte vinduer i kælder.

## Undersøgelsesteknikker

Gældende SBI-anvisning om – Fugtundersøgelser i grund-

murede bygninger – giver en detaljeret beskrivelse af, hvorledes en fugtundersøgelse kan udføres. Det er dog vigtigt at tage hensyn til anvendeligheden af fugtmåleudstyr. Grundlaget for enhver undersøgelse er at indhente oplysninger om bygningen og hændelser i og omkring denne, der kan relateres til de mulige fugtkilder, som beskrevet i det foregående afsnit, dvs.:

Beskrivelser af

- konstruktioner, jordbundsforhold, dræn og afløb
- bygningsændringer gennem tiderne
- ændringer i terrænforhold eller gulvniveau i forhold til en vandret fugtspærre i en væg
- ændring i bygningens anvendelse, der har påvirket fugtforhold
- ændringer i omgivelser, kloakoplægninger, nybyggeri, udgravninger etc.
- erkendte problemer, herunder hvornår og hvor de registreres
- sammenhæng mellem fugtforhold, opvarmning, udluftning og udeklima
- eventuelle tiltag, som allerede er udført for afhjælpning af fugtproblemer, og
- forventning til fremtidige fugtforhold i den nederste del af bygningen – typisk i kælder og stueetage.

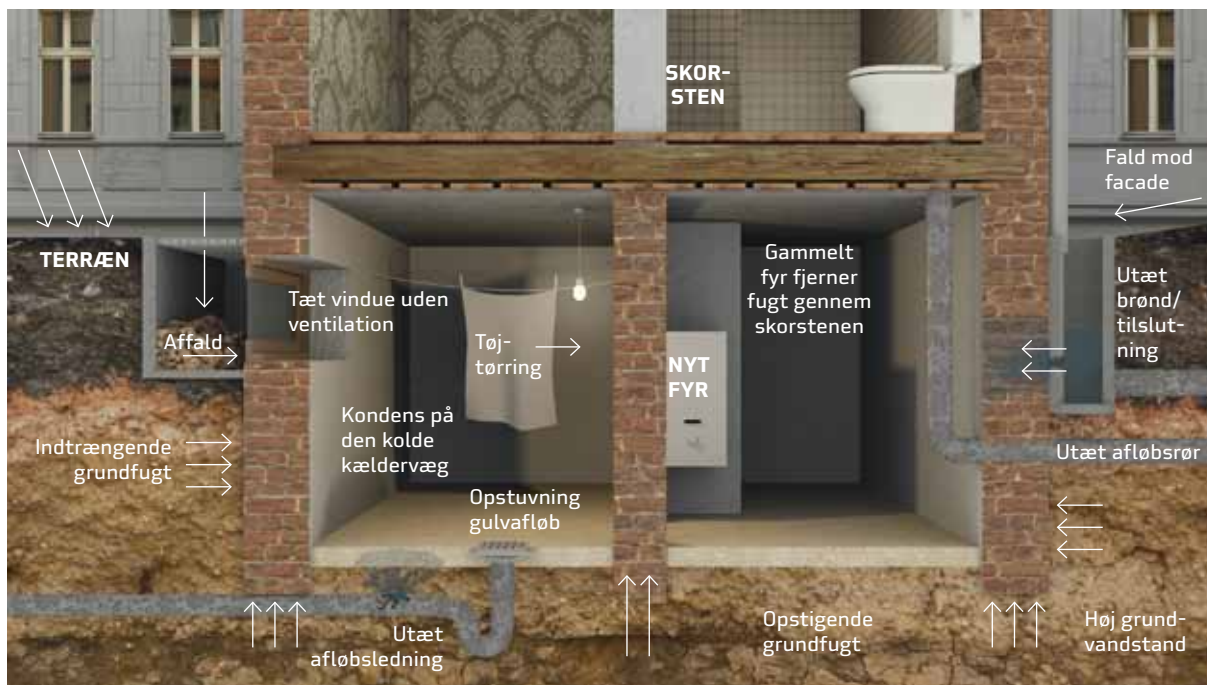
Med de fremskaffede oplysninger gennemføres en besigtigelse af bygningen. Ved denne besigtigelse registreres tegn på opfugtninger, dvs. fugtskjolder, misfarvninger, råd og svampeangreb, afskalning af overflader etc. samt mulige fugtkilder i inde- og udeklimaet.

Hvor der er registreret fugtrelaterede skader vurderes det, om der er nogen umiddelbare fugtkilder, fx utætte vand- eller varmerør, tilstoppede eller utætte afløbsledninger, dræn, brønde, afløb fra lyskasser etc. Det kan



## Mulige fugtkilder i kældre

Illustration: Martin L. B. Schulze



blive nødvendigt at udføre TV-inspektion af afløbsledninger for at vurdere tilstanden af disse. Hvis opfugtninger vurderes at være mere generelle, skal der udføres målinger af fugtforholdene. Målingerne bør omfatte en generel screening af fugtniveau med ikke destruktiv metode for at lokalisere de generelle fugtniveauer i konstruktionerne, samt en kalibrering af disse screeninger ved udtagning af repræsentative prøver for tørre/

veje-bestemmelse af fugtindhold og bestemmelse af saltindhold. Disse prøver skal udtages parvis i både mursten og mørtel, da disse fugtmæssigt er meget forskellige.

### Visualisering af diagnose

For vurdering af fugtkilder bør fugtniveauer optegnes på opstalter af vægge. Optegnelsen fungerer som doku-

mentation af registreringer, kan indgå i projekteringen af afhjælpningsforanstaltninger og kan ligge til grund for en senere dokumentation af, at en given udbedring har haft en effekt. Ved mistanke om opfugtning på grund af kondens på kolde overflader, kan dette søges afklaret ved målinger af den relative luftfugtighed og overfladetemperatur på vægge for en vurdering af, om luftfugtigheden er under dugpunktet for væggene.



### Tørre/veje metoden

Prøveudtagning



Vejning af fugtindhold før og efter udtørring

# Måling af fugt i murværk

Der findes er en række muligheder for at måle fugtindholdet i murværk – med forskellige styrker/svagheder eller fordele/ulemper.

I murværk, der er opmuret i kalkmørtel, er fugtindholdet i teglstenene ofte højere end i mørtelen, hvis murværket ikke er fuldstændigt vandmættet eller helt tørt. Forskellen, der kan være markant, afhænger af mange faktorer, herunder graden af fugtindholdet. I murværk, der er opmuret i kalkcementmørtel, er forholdet modsat. Det er vigtigt at tage hensyn til disse forskelle i fugtindhold i fuger og teglsten. Det gælder både når der udføres målinger og når resultater skal tolkes. I denne tolkning indgår blandt andet, at nogle måleinstrumenter har et måleområde, som dækker både fuger og teglsten. Fugtindholdet i murværk, dvs. både teglsten og fuger, varierer fra tæt på 0 vægtprocent fugt for fuldstændig tørt til over 20 vægtprocent for fuldstændig vandmættet murværk. Ved fugtligevægt med rumluft i beboede rum vil fugtindholdet i murværk være i størrelsesordenen 1

vægtprocent. Desuden er der i større eller mindre omfang salte i murværket. Nogle salte kan binde vand kemisk som krystalvand i fx natriumsulfat, og disse og andre salte uden kemisk bundet vand kan påvirke fugtmålinger så meget, at målinger med nogle instrumenttyper giver helt forkerte resultater.

## Tidspunkt for udførelse af fugtmålinger

Fugtmålinger kan udføres hele året. I hver enkelt bygning vil der dog være en vis årstidsvariation afhængigt af de dominerende fugtkilder og deres variation over året. Sammenlignende fugtundersøgelser bør, selv om årstidsvariationerne ofte er små, udføres på samme tid hvert år og under samme forhold med hensyn til nedbør og udetemperatur. Ved kontrol af udtørring af konstruktioner må denne udføres over en periode på mindst ca. 1-2 år, da udtørringen kan tage lang tid i de ofte meget massive murværkskonstruktioner.

### Brug for specialister

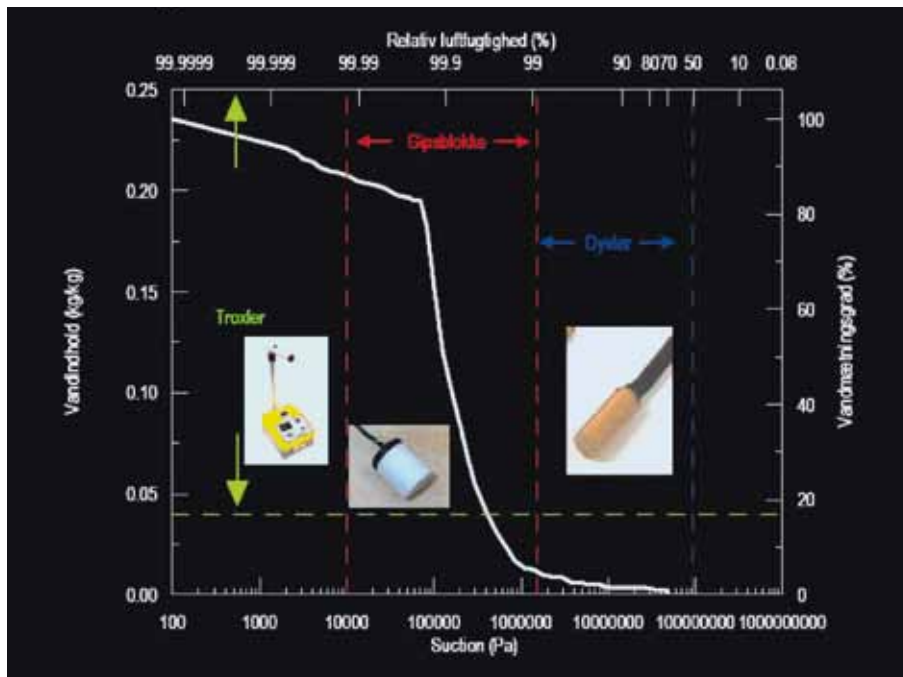
I nogle tilfælde vil det være nødvendigt at rekvirere en specialist til at udføre fugtmålinger i murværk for at opnå et retvisende billede af det eksakte vandindhold til murværket. Det er op til den enkelte tekniske rådgiver eller udførende entreprenør/ håndværker at vurdere nødvendigheden heraf i de enkelte tilfælde.

Tabel 1

## Oversigt over målemetoder, måleområder og særlige kendetegn

Metode	Måleområde vægtprocent fugt i murværk	Bemærkninger
Tørre/veje prøve ved udhugning	0 - over 20	Reference for alle målinger.
Tørre/veje prøve ved udboring	0 - over 20	Der er tab ved udboring på ca. 1 vægtprocent.
Troxler salte i murværk.	4 - 25	Måledybde er ca. 10 cm. Tællerværdi påvirkes af blandt andet  Metoden er meget anvendelig, men udstyr indeholder en radioaktiv neutron kilde og må derfor kun benyttes af operatører med særligt certifikat.
HF sensor	0 - over 20	Måledybder er oplyst at være op til ca. 25 cm. De danske erfaringer med udstyret er endnu ret sparsomme, men metoden vurderes som anvendelig i lighed med Troxler. Udstyret er suppleret med software til opsamling af data, kalibrering af disse i forhold til standard kalibrering af nogle typiske materialer og udtegning af figurer med angivelse af fugtniveauer.
Gipsblokke	2 - 20	I indbyggede gipsblokke kan kun måles forskelle i murværk, som i forhold til sædvanlige danske forhold er vådt. Målinger kan kun udføres over en længere periode, da det kræver lang tid for udstyret at opnå fugtlige vægt med murværket
Trædyvler	0 - ca. 1	I indbyggede trædyvler kan kun måles forskelle i ret tørt murværk. Målinger kan kun udføres over en længere periode, da det kræver lang tid for udstyret at opnå fugtlige vægt med murværket.
RF/temperaturmåling med dataloggere	0 - ca. 1	Målinger på væg kan kun udføres over en længere periode, da det kræver lang tid for udstyret at opnå fugtlige vægt med murværket.
Kapacitive fugtmålere	-	Kan i praksis kun benyttes til at konstatere, om overflade af murværk er tørt og uden væsentligt indhold af salte – og metoden kan derfor ikke anbefales.

Alle fugtmålinger skal kalibreres ved tørre/veje-metoden med bestemmelse af hygroskopisk fugt (saltbundet). Fugten skal måles i flere højder og i områder med såvel intakte som afskallede overflader.



### Vand i tegl

Diagrammet viser sammenhængen mellem relativ luftfugtighed, vandindhold i vægtprocent og vandmætningsgraden i murværk. Desuden er måleområdet for nogle fugtmålemetoder illustreret. Det ses, at der med metoden med trædyvler kan måles vandindhold i murværk i området 0,00-0,01 (dvs. 0-1 vægt %), med gipsblokke i området 0,01-0,20 (1-20 %), og med Troxler i området 0,04-0,25 (4-25 %). Illustration: SBI

### Målinger før og efter udførelse af fugtsikring

Udførelse af fugtsikring i form af en vandret horisontal spærre er en så omfattende foranstaltning, at det normalt altid kun bør udføres, når forundersøgelser har vist, at det er nødvendigt. Fugtmålinger med saltbestemmelse som beskrevet i det foregående bør altid indgå heri. Af hensyn til efterfølgende kontroller af effekten af den udførte fugtspærre skal fugtmålingerne dokumenteres, så det er muligt at udføre kontrolmålin-

ger de samme steder og med samme metoder i en periode på minimum 1-2 år efter udførelsen. Da udtørring af murværk normalt sker meget langsomt - under optimale omstændigheder mindst 3 måneder og normalt mere end 1 år, er det tilstrækkeligt at målinger udføres med en frekvens på  $\frac{1}{2}$ -1 år.

# Salte i murværk

Salte forekommer naturligt i murværk som en del af 'kemien' i teglsten og mørtel, hvor det kendes som eksempelvis gips- og salpeterforbindelser.

## Saltes påvirkninger af fugtmålinger

Forekomst af salte påvirker fugtmålinger, fordi de kan påvirke de elektriske felter eller modstande, som benyttes af nogle måleinstrumenter for bestemmelse af fugtindholdet. Desuden kan saltene binde vand kemisk som krystalvand, hvor de fleste fugtmålere registrerer dette på linie med frit vand, der kan opfugte eksempelvis indbyggede trækonstruktioner.

Derfor er det nødvendigt at kalibrere måleudstyr i forhold til aktuelt murværk, så man ved hvor meget vand, der er frit, og hvor meget der er bundet kemisk. Kalibrering sker i forhold til totalt fugtindhold.



Saltudfældninger i facade



Misfarvning og afskalninger i indfarvet puds

## **Saltes påvirkninger af fugtmembraner**

Dokumentation for saltindholdet i murværket er væsentlig for valg af stålkvalitet ved udførelse af horisontal fugtspærre af stål og ved vurdering af muligheder for behandling af overflader på murværk. Nogle salte indgår i forskellige former i det ler, som benyttes til fremstilling af mursten og andre indgår i de mørtler, som anvendes ved opmuring og pudsning. Der vil derfor være nogen variation i forekomst af salte i de færdige byggematerialer. I tegl er det især gule sten, der indeholder salte fra produktionen. Det er fortrinsvis gips (calciumsulfat), som stammer fra lerets naturlige indhold af gips eller andre svovlforbindelser. I mørtel er hovedkilden cementens indhold af alkalier og tilsat gips.

Under byggeri er mursten og mørtel udsat for forskellige påvirkninger, eksempelvis varierende nedbør og udtørring samt forskellig blanding af mørtel til opmuring og pudsning. Denne variation i oprindelige saltforekomster og efterfølgende behandlinger betyder, at der selv i nyt murværk er forskelle i saltindholdet. Efter murværkets opførelse påvirkes det af

- klimaet – som er forskelligt på forskellige dele af den samme mur, da opfugtning fra regn, udtørring fra vind og sol samt indvendige påvirkninger varierer
- tilførte salte (ex fra tørsaltning af omgivelserne)
- oplag af salte eller materialer som kan frigive salte
- urin fra dyr og mennesker (ex i tidligere staldbygninger)
- syreholdig regn
- op sugning af saltholdig vand fra jorden
- reparationer og vedligehold af bygningen
- kemisk facaderens og afsyring
- imprægneringsmidler og injiceringsmidler ved kemisk fugtspærre.

Saltene i murværket opløses i vand i murværket, flyttes via vandet og kan ved kemiske reaktioner blive til nye salte. En del af saltene er opløst i det vand, som fordampes fra ud- og indvendige overflader, og de vil her udfældes som saltkrystaller i hulrum eller på overflader. Hvis der ikke er plads til saltene i små hulrum (porer), vil overfladen skalle af. Salte på eller tæt på overflader er i stand til at opsuge fugt fra luften uden at der forekommer 'vand i væskeform'. En væg kan derved få et 'vådt udseende' i fugtigt vejr, selv om det ikke har regnet. Disse komplicerede forhold omkring salte i murværk betyder, at overfladerne vil kunne fremstå med en del variation i farve – specielt kalkede overflader og overflader af indfarvet puds. Det må forventes, at dette vil være særligt tydeligt umiddelbart efter at der er udført tiltag i bygningen, som har ændret fugtforholdene, eksempelvis de første år efter at der er udført en vandret fugtspærre til at bremse opstigende grundfugt eller de første år efter en ny facadebehandling.

Om problemet med salte i murværk, hvilke konsekvenser disse har for såvel fugtmålinger som fugtmembraner, og hvilke eftervirkninger der må forventes efter fugtafhjælpning af saltbelastet murværk.

# Standingsning af grundfugt

I Danmark markedsføres en række principielt forskellige metoder til standingsning/bremsning af opstigende grundfugt:

- fysiske fugtspærre, hvor en vandtæt membran mekanisk placeres i murværk
- kemiske fugtspærre, hvor kemikalier injiceres i murværk
- elektrokemiske metoder, hvor der etableres elektriske potentialer i kældervægge ved indlægning af kabler i fuger
- impuls resonans, hvor elektromagnetiske impulser påvirker det elektrostatiske felt i kældervægge
- udluftningshætter, udtørring af fugt i murværk ved indbygning af udluftningshætter.

Fugtspærren indbygges i muren i det vandrette niveau, hvor bygherren ønsker at fugten standses. Hvis man eksempelvis skal beskytte et træbjælkelag i en høj stuelejlighed mod fugt, kan man ofte med økonomisk fordel placere fugtspærren over

terræn, men under bjælkelag, hvis fugtforholdene i en eventuel kælder i øvrigt er acceptable. Hvis der derimod ønskes fugtsikring af en kælder, skal fugtspærren placeres ved kældergulvsniveau. Derudover skal det naturligvis sikres, at der ikke sker opfugtninger på grund af andre fugtkilder end opstigende grundfugt.

## Forbehold

En anbefaling af disse produkter må på baggrund af de gennemførte laboratorieafprøvninger være behæftet med en række forbehold, og de vil ikke umiddelbart kunne anbefales som primær foranstaltning til effektiv fugtsikring af en kælder.

## FYSISKE FUGTSPÆRRER

### Indbygning af fugtspærre i en skåret spalte

I Danmark er der i de senere år oparbejdet erfaring med indbygning af fysiske fugtspærre i en gennemgående skåret spalte. Spalten skæres hyppigst med diamantbestykket kædesav eller wiresav. I spalten indlægges en fysisk fugtspærre af rustfrit stål, bitumenmembran eller tilsvarende. Hulrummet omkring fugtspærren udfyldes med en mørtel, som kan udfylde hulrum fuldstændig og har en styrkeudvikling, der gør det videre arbejde muligt indenfor en rimelig tid. Slutstyrken af mørtelen skal mindst svare til styrken af det oprindelige murværk. Da der tilføres en del fugt ved vådskæring, er det en fordel at benytte tørskæring af hensyn til den efterfølgende udtørring af murværket. For indbygning af en fysisk fugtspærre er der behov for en spaltebredde på mindst ca. 10 mm, men gerne op til ca. 20 mm, da det er lettere at placere fugtspærren ved større spaltebredde. Spaltebredden skal desuden vælges under hensyntagen til den udfyldningsmørtel og injiceringsmetode for mørtelen som anvendes. Skæring kan udføres både ude fra og inde fra. Det er nødvendigt at udarbejde skæreplaner, der viser præcist, hvor der skal skæres, og tage hensyn til skæreretningen i denne planlægning. Vælges en udfyldningsmørtel, som hurtigt opnår tilstrækkeligt styrke og stivhed til at bære den overliggende mur med lastbidrag fra naboområder, kan skæring planlægges til at udføres i en kontinuerlig proces.

Metoden giver mulighed for en fuldstændig spærring for opstigende grundfugt, og der er desuden mulighed for at sikre en tæt sammenhæng med eksempelvis en lodret membran på den udvendige side af en kælderydervæg, hvis dette er ønsket. Den bedste savemetode er tørsavning, hvor der ikke anvendes kølevand. Kølevanden opfugter nemlig murværket.





Indvibrering af  
stålplader

#### Andre metoder

Der findes en række andre metoder til standsning eller bremning af fugt i murværk. I det følgende er der nævnt tre metoder, som er forfatterne af denne vejledning bekendte:

Eksempel på skade  
efter indvibrering



## Indbankning af stålplader

En grovere metode er at indvibrere membranpladerne. Metoden består i, at korrugerede stålplader vibreres ind i vandrette fuger i murværket med en vibrationshammer, der er indbygget i en stålramme eller lignende, som kan give modhold ved indvibreringen. Arbejdsopstillingen kræver meget mere plads, typisk ca. 2 m frit rum foran den væg, hvori indvibreringen skal foretages.

Tætheden af fugtspærren søges opnået ved at etablere overlæg med en eller flere bølger. Det er en svaghed ved metoden, at der ikke er sikkerhed for at stålpladerne har kontakt med hinanden i hele overlægget, så det forhindres, at der sker fugttransport gennem samlingen ved vægvirkning i mørtelen.

## Valg af stålplade

Da der er salte i murværk, skal stålplader vælges under hensyn hertil. Det kan være nødvendigt at anvende stålplader med en forøget tykkelse for at opnå tilfredsstillende levetid, hvis det kemiske miljø i muren er meget aggressivt.

Effekten af de indvibrerede stålplader afhænger meget af, om det er muligt at placere stålplader som en gennemgående fugtspærre med tætte overlæg i murens fulde tværsnit og udstrækning, dvs. også omkring hjørner, lyskasser, skorstensfundamenter osv.

## Kemiske fugtspærre

De kemiske metoder omfatter en række produkter, hvor

### Elektrokemiske metoder

Ved disse metoder etableres elektriske potentialer i kældervægge ved indlægning af kabler i fuger. Metoderne er kommercielt tilgængelige i blandt andet Østrig, og det er dokumenteret i laboratorier, at der kan ske en udtørring af murværk ved hjælp af elektriske felter.

### Impuls resonans

Ved metoden påvirker elektromagnetiske impulser det elektrostatisk felt i kældervægge. Metoden markedsføres i Danmark, og et enkelt anlæg har været besigtiget tidligt i GI's udviklingsprojekt om 'Fugtstandsning-metoder'.

### Udluftningshætter

Indbygning af udluftningshætter til udtørring af fugt i murværk foretages blandt andet i Holland – se henvisning på side 44.

### Hvor effektiv skal en fugtspærre være?

Det er meget vanskeligt at sætte præcise størrelser på, hvor meget fugttransporten igennem en mur skal reduceres, for at der opnås et ønsket lavere fugtindhold, fordi det kræver kendskab til hvor meget fugt, der fordampes og på anden vis forsvinder fra væggen.



Savning af spalte med kædesav



Tørsavning

## Forbehold

Det er denne vejlednings forfatteres vurdering, at effekten af de ovennævnte 'andre metoder' hidtil ikke er tilstrækkeligt veldokumenteret. Det gælder fx hvor meget murværket udtørres, hvordan udtørringen styres, hvordan anlæg vedligeholdes og hvordan prøvningsresultater overføres til mere konkrete vurderinger af mulige udtørninger af typisk ældre dansk murværk.

man tilføjer murværket kemikalier gennem dybe borede huller og herved etablerer en vandspærrende/bremsende zone i murværket. Afhængig af produkt opnås den tilsigtede effekt ved, at den kemiske fugtspærre

- fuldstændig udfylder porer og hulrum i murværk
- reducerer diameter af porer og hulrum
- etablerer vandskyende overflader (hydrofobering) i hulrum i murværk
- kombinerer flere af ovenstående virkemåder.

Betingelserne for at disse effekter kan opnås varierer mellem de enkelte produkter, men kan eksempelvis være bestemte krav til temperatur og fugtforhold i murværk, mulighed for fortrængning af vand i porer og mulighed for tilgang af atmosfærisk luft i porerne.

### Kemiske metoders effekt

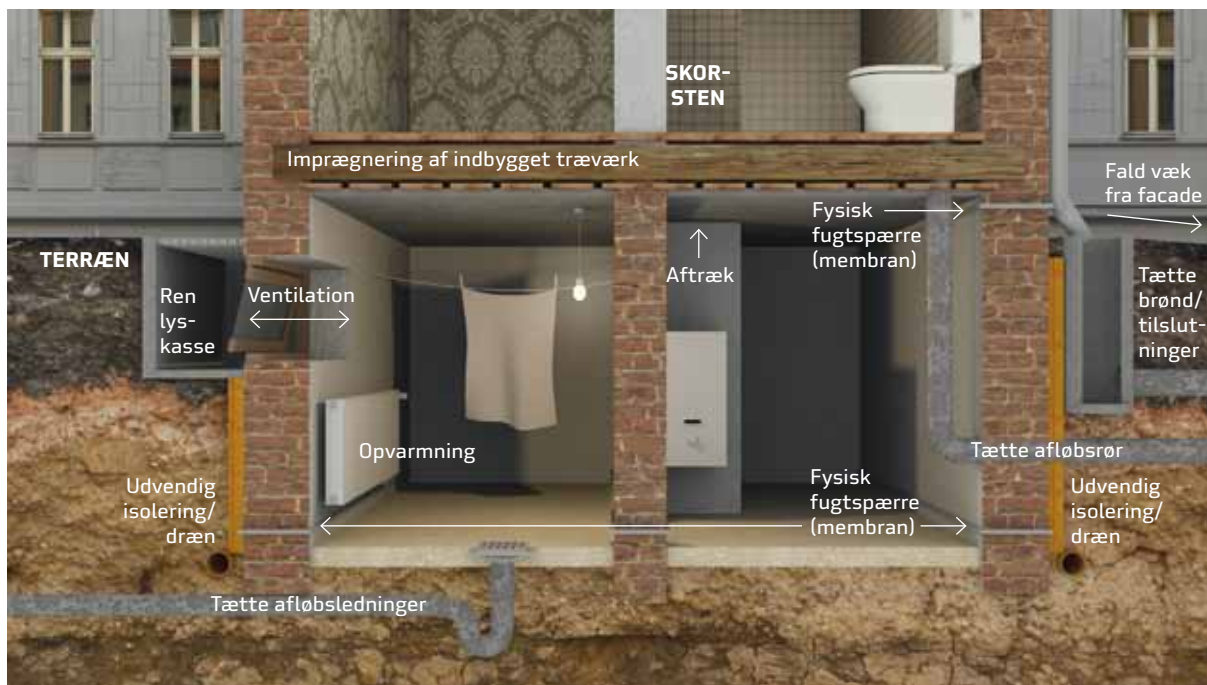
Laboratorieafprøvninger af de kemiske metoder har vist en minimal effekt efter en prøvningsperiode på 2 - 2 ¼ år (se tabel 2). Effekten er afhængig af saltindholdet i murværket, og det har desuden vist sig, at saltindholdet alene har stor effekt sammenlignet med effekten af de afprøvede injiceringsprodukter. Effekten af de afprøvede

produkter vurderes på baggrund heraf kun at være fugtbremsende og ikke fugtstandsende. Resultaterne af laboratorieafprøvningerne vurderes i overvejende grad at svare til praktiske erfaringer fra anvendelse i bygninger i Danmark og udlandet. Selv om forsøgene således har vist en vis fugtbremsende effekt, har det ikke ved de samme forsøg været muligt at konstatere nogen reduktion i fugtindholdene over injektionszonen. Der har som følge af de opnåede resultater af afprøvningen af de kemiske produkter fra enkelte leverandørers side været stillet spørgsmålstejn ved den anvendte prøvningsmetode. Det er dog vurderingen hos denne vejlednings forfatter, at der er tale om marginale fejlkilder i forhold til prøvningsresultaterne. Omvendt opfordres tekniske rådgivere og udførende entreprenører/håndværkere til at indhente fornøden dokumentation og/eller produktreferencer hos producenter af potentielle kemiske produkter, og på den baggrund foretage egne konklusioner forud for anbefaling af det/de pågældende produkter overfor en given bygningssejer. En barriere ved anvendelse af kemiske metoder er, at det kræver indhentning og vurdering af oplysningerne fra producenten/leverandøren om, hvordan fugten kan nedbringes ved brug af et givet produkt i en given konstruktion. Heri indgår oplysninger om, hvordan man med et givet produkt kan reducere et fugtindhold fra x % til y %.

Erfaringer viser, at sådanne konkrete oplysninger er vanskelige at skaffe på grund af de store variationer i konstruktioners 'kemi' og opfugtning.

## Reduktion af fugtkilder og skadevirkninger efter fugt.

Illustration: Martin L. B. Schulze



Ved en kælderrenovering vil man ofte ændre på en række parametre samtidig, typisk:

- etablering af udvendig (lodret) fugtsikring, isolering og dræn af kældervæg
- øget opvarmning og udluftning af kælder
- forbedret tæthed af afløbsledninger og brønde tæt på hus.

### Krav til effektivitet

Nogle producenter af fugtsikringsmetoder oplyser reduktion af fugtopstigning med eksempelvis 80 %, men dette er ikke nødvendigvis tilstrækkeligt til at sikre fx træbjælkelag mod skadelig opfugtning. Hvis der fx er 20 % fugt i murværk, vil en reduktion med 80 % give et fugtniveau på ca. 4 %, men det må forventes, at fugtniveauet skal under 1-2 % for at undgå skadelige opfugtninger i træværk.

# Supplerende foranstaltninger

Som beskrevet i kapitel 3 kan fugt i kældervægge stamme fra flere forskellige kilder, og der er som regel mere end én kilde til opfugtningen. Derfor er det også normalt, at der udføres flere samtidige tiltag med henblik på udtørring. Omhyggelige fugtundersøgelser er meget væsentlige for at kunne vælge de rigtige tiltag.

## Fugtkilder fjernes

Enkeltstående fugtkilder som utætte brønde, afløbsledninger og installationer bør udbedres før andre initiativer iværksættes, hvis fugtproblemer er koncentreret til områder omkring disse. Hvis undersøgelser af fugtforholdene viser ensartede opfugtninger af kælderydervægge eller opfugtninger, der er størst omkring terræn, er der stor sandsynlighed for at kældervæg opfugtes af fugt:

- der afsættes som kondens på den indvendige overflade
- fra slagregn på facade og/eller
- der siver vandret ind fra det omgivende jord/terræn.

## Eliminering af kondens

Er fugtkilden kondensdannelser, hvor fugtbelastning ikke kan reduceres eller bortventileres til det fri gennem direkte afkast, må temperaturen på de kolde overflader hæves og udluftningen og/eller opvarmning øges.

## Omfangsdræn/isolering

Den fysiske udførelse af dræn og drænende lag mod kældervæg, udvendig fugtbeskyttelse af kældervægge og eventuel varmeisolering er beskrevet i blandt andet gældende SBI-anvisning om – Bygningers fugtisolering - og anvisninger fra producenter.

Der henvises hertil for nærmere information om disse foranstaltninger. Vælges der at udføre udvendig fugtisolering af en kældervæg i form af asfaltering, membran eller lignende, forhindres kældervæggen i at afgive fugt på den udvendige side. Det betyder, at al fugt i væggen skal afgives:

- fra indvendige overflader i kælder og
- fra både indvendige og udvendige overflader over det område, der er fugtisolaret.

Det er almindeligt forekommende, at fugten efter lodret fugtisolering af kældervægge stiger højere op i konstruktionerne, hvis ikke der samtidig træffes foranstaltninger til at reducere fugtmængden. Derfor bør lodret fugtisolering af kælderydervægge kun anvendes efter nærmere vurdering af konsekvenserne. Grundmursplader og lignende, der fjerner direkte vandtryk på mur og forbedrer fordampning fra væg mod jord, giver ofte en god effekt, hvis der samtidig er sikret et effektivt drænlag på den udvendige side af grundmurspladen og afdækning af overkant på grundmurspladen. Udvendig varmeisolering af kælderydervægge kan udføres med fx mineraluld eller polystyren. Varmeisoleringen vil øge kældervæggenes temperatur, hvis kældervæggene er varmere end den omgivende jord. Dette vil forøge fordampning fra kældervægge gennem isoleringen til jorden, samt fordampning fra den indvendige overflade, da overfladetemperaturen øges. Varmeisolering vil give komfortforbedringer i kældre, som udnyttes til ophold, og hvis kælderen er opvarmet kan varmeisoleringen give betydelige energibesparelser. Nogle isoleringsmaterialer har en drænende effekt, så supplerende drænlag helt eller delvis kan udelades. Forbedring af opvarmning og udluftning af kældre fjerner fugt med afkastluften og øger



Udvendig  
fugtisolering

på grund af den højere temperatur fordampningen fra overfladerne. Ved mange renoveringsprojekter kan de ovenfor omtalte foranstaltninger helt eller delvist afhjælpe opfugtninger, og derfor er det vigtigt, at vurdering

af den mulige effekt af disse foranstaltninger indgår i vurderingen af behov og effekt af foranstaltninger mod opstigende grundfugt.

# Projektet

## Forundersøgelse

I sine forundersøgelser af en bygning skal den tekniske rådgiver eller udførende entreprenør/ håndværker registrere årsag/årsager til opfugtninger af kældervægge og fundamenter. Forundersøgelserne skal, hvis det er muligt, indbefatte en vurdering af de påvirkninger, som bygningen har haft gennem tiderne ved skiftende anvendelser af bygning, og omgivelserne, herunder ændringer i jordbundsforhold og grundvandstand. Hvis der er betydelige forskelle i opfugtning af bygningen, er det væsentligt at tage hensyn til dette i vurdering af udbedringsmetoderne. Er opstigende grundfugt registreret som årsag/ medvirkende årsag i betydende omfang, er det nødvendigt at udføre en vandret fugtspærre. Det vandrette niveau for placeringen af fugtspærren fastlægges i samarbejde med bygningsejeren under hensyntagen til dennes forventninger om den fremtidige anvendelse af en eventuel kælder. Skal en kælder være tør og anvendes til fx pulterrum, er der større krav til fugtsikring, end hvis der alene ønskes en sikring mod skadelige opfugtninger i etagedæk over kælder. I det første tilfælde skal fugtspærren sandsynligvis placeres i niveau med kældergulv, mens det i det andet tilfælde kan være tilstrækkeligt at placere fugtspærren over terræn, men under etageadskillelsen mellem kælder og stueetage.

## Fugtanalyse

Den indledende fugtanalyse omfatter:

- Fugtdiagnose for at lokalisere potentielle fugtkilder og omfanget af opfugtninger, jf. kapitel 3
- Ikke-destruktive fugtmålinger med fx Troxler eller HF sensor – se side 34.

Fugtmålingerne bør altid suppleres ved udtagning af prøver af fundament/kældervæg for tørre/veje bestem-

melse af fugtindhold og saltindhold. Der skal udtages så mange prøver, fx ved udboring af materiale, at det giver et dækkende billede af forholdene. Bestemmelsen af fugtindholdet anvendes til den fugtmæssige vurdering, mens saltanalyser bruges til vurdering af omfanget af kemisk bundet vand, korrosionsmiljø for stålplader og risiko for udfældning af salte, når overflader tørrer ud. Ved opstigende grundfugt er der nederst i murværket et højt indhold af fri fugt, men kun lidt hygroskopisk fugt. Længere oppe, hvor fordampningen sker og salte dermed koncentrerer, er der omvendt et lavt indhold af fri fugt og et højt indhold af hygroskopisk fugt.

## Prøveudtagning

I mangel af udstyr til ikke-destruktive målinger af fugt kan der udtages prøver til bestemmelse af det frie fugtindhold, hvor fugtindhold vurderes relevant at kende. Det frie fugtindhold kan bestemmes ved tørring af prøver i en ovn ved 105°C og vejning af prøver før og efter tørring. Ved udboring af prøver er der et vægttab på ca. 1 vægt%. Prøve skal emballeres i tæt beholder eller plastpose, og 'vådvejning' bør udføres hurtigst muligt og senest indenfor ca. 2 døgn. Til vejning er det nødvendigt, at vægt har en nøjagtighed på ca. 1% af prøvens vægt, dvs. hvis en prøve vejer 10 g, skal der benyttes en vægt, der kan måle med en præcision på bedre end 0,1 g.

## Valg af afhjælpningsmetode

Som beskrevet i kapitel 6 findes der forskellige metoder til standsning eller bremsning af opstigende grundfugt. Det konkrete valg af metode afhænger af den række forhold, der er beskrevet i de foregående kapitler. Et væsentligt kriterium for valg af metode er, at udførelsen af den vandrette fugtspærre kan kontrolleres, og at effekten på forhånd er dokumenteret. På den baggrund er



En udtørret kælderydervæg kan have saltudfældninger og misfarvninger. Afklar bygningsejerens planer for kælderens fremtidige brug og forventninger til det færdige resultat af en given foranstaltning.

Udtørring af en kælder vil ofte omfatte udvendige arbejder på bygning og afløbssystemer.





Fugtmåling med  
Troxler metoden  
(neutronkilde)

det opfattelsen hos forfatterne af denne vejledning, at den bedste metode og det bedste resultat opnås ved udførelse af en fysisk fugtspærre, der indlægges i en skåret spalte. Ved denne metode kan det kontrolleres, at fugtspærren dækker i hele væggen tværsnit, og at der udføres tætte overlæg. Metoden har samtidig den fordel, at fugtspærren også kan etableres i hjørner og er mindre afhængig af murværkets opbygning og beskaffenhed. Indvibrering af stålplader kan overvejes som en lidt mindre sikker løsning, hvis murværket har gennemgående lejefuger, har en geometri i øvrigt, der gør det muligt at indvibrere stålpladerne i hjørner og lignende sammensætninger af murværket, og har en stabil be-

skaffenhed. Ved indvibrering af stålplader er det dog kun muligt at kontrollere, om der er tætte overlæg mellem pladerne, hvor disse er synlige på vægoverflader, og det er i praksis vanskeligt at udbedre utætte overlæg. Kemiske metoder kan ikke anbefales som primær fugtsikringsforanstaltning, da det i praksis ikke er muligt at forudsige effekten og kontrollere udbredelsen af den kemiske spærre i murværket. Usikkerheden i resultatet bliver derved for stor. Tekniske rådgivere og udførende byggevirksomhed opfordres dog til at foretage egne vurderinger heraf i konkrete situationer, som beskrevet i kapitel 6 De øvrige metoder, som er nævnt i kapitel 6, kan ikke anbefales i denne vejledning, da der efter forfat-

ternes opfattelse mangler tilstrækkelig dokumentation for metodernes udførelse, styring, vedligeholdelse og konkrete effekt. Usikkerheden i resultatet af disse metoder bliver derved tilsvarende for stor.

### Projektforberedelse

Inden projektering af udførelse af fysisk fugtspærring skal behovet for myndighedsbehandling aftales med bygningsmyndighederne i den pågældende kommune. Desuden skal det afklares, hvordan opfugtede mure, som er fælles med nabobygninger skal håndteres. Endelig skal placering af forsyningsledninger og installationer afklares. I den forberedende fase bør der endvidere udføres en hel eller delvis registrering af revner og andre skader på bygning, således at der foreligger dokumentation (inkl. fotos), hvis der sker skader på bygning ved indbygning af en fysisk fugtspærre.

### Statik

Ved valg af fysisk fugtspærre som foranstaltning til standsning af opstigende grundfugt er det nødvendigt at udføre en analyse af de bærende konstruktioner, samt beregne hvilke belastninger, der forekommer i de dele af kældervæggene, hvor der skal indvibreres/indlægges stålplader. Analysen må gennemføres efter normer, som vurderes at være teknisk dækkende. Det er ikke altid muligt at gennemføre analysen i henhold til de nyeste normer alene, da materialedata for ældre byggematerialer ikke altid er normmæssigt bestemt i de nyeste normer. Styrker af sten og mørtel må ofte skønnes. Styrkerne kan vurderes ud fra bl.a.:

- Teglfarven jf. Kriterier for genanvendelse af teglsten, Murværkscentret 1992
- Mørtelstruktur, mørtelsammenhæng.

Fugtmåling med HF sensor metoden  
(mikrobølgerefleksion)



Typisk er styrken af murværk i størrelsesordenen 1-1,4 MPa. Ved stor usikkerhed eller krav om styrker over 1- 1,4 MPa anbefales konkrete bestemmelser af:

- Murstenenes trykstyrke efter DS/EN 772-1 (planslibning) eller evt. DS 438-11 (sammenmuring af halve sten), min. 6 sten
- Mørtelsammensætning ved kemisk analyse
- Murværksstyrke beregnet ud fra murstenenes og mørtelens styrke.

Udover vurdering af lodrette laster er det væsentligt også at vurdere, om der forekommer vandrette laster på kælderydervægge, og om disse kan optages ved skæring af murværk. I typisk dansk byggeri er det dog sædvanligvis ikke nødvendigt at udføre særlige foranstaltninger for vandret last. Inden skæring udføres, skal det på stedet kontrolleres, at forholdene svarer til forudsætningerne i den statiske analyse. Kontrollen bør blandt andet omfatte:

- Tykkelse af og bredder på murfelte og piller
- Placering af muråbninger over og omkring murfelte og piller
- Vederlag for bjælker og lignende på mur
- Vurdering af murværkets styrke (typisk stenklasse og mørteltype)
- Indmurede rør, uregelmæssigheder og skader i murværk.

### Udførelsesplan

Med oplysninger om aktuelle laster på murværkets forskellige dele og murværkets trykstyrke optegnes en plan, som viser de aktuelle trykspændinger i murværket samt udstrækning og rækkefølge af de enkelte skærin-

ger/indgreb i murværket. Ved planlægning af skæring er det vigtigt at tage stilling til, om skæring skal udføres udefra eller indefra, idet dette har betydning for, hvorledes skæring fysisk kan udføres. Hvis der under udførelsen forekommer belastninger, som ikke kan optages i forbindelse med skæring, skal der projekteres midlertidige understøtninger

### Valg af materialer

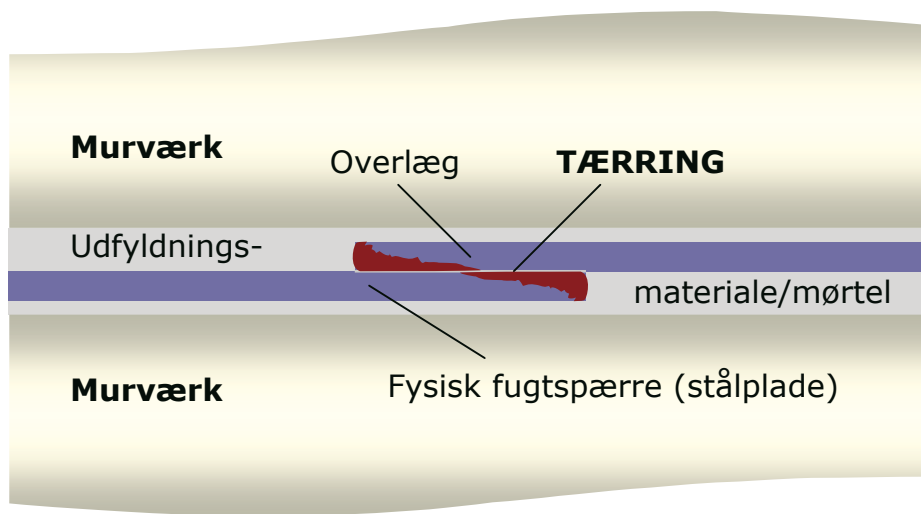
Som hovedregel anvender man i Danmark rustfrie stålplader som fysiske fugtspærre. Men andre materialer, eksempelvis bitumenplader, kan anvendes efter nærmere dokumentation. Det er nødvendigt at kende membranmateriales trykstyrke og elasticitetsmodul ved tryk ved de aktuelle temperaturforhold, for at der kan gennemføres en beregning og vurdering af den sammenstrykning, der vil ske ved belastning af membran. Ligeledes er det nødvendigt at kende materialers resistens ved de aktuelle fugt- og temperaturforhold i murværk, eksempelvis korrosionsrisiko i stålplader og risiko for udvandring af blødgørere eller andre kemiske bestanddele af membraner. På grund af risiko for kloridforurening i murværk og opmuringsmørtel skal der overvejes, hvilke krav til korrosionsfasthed stålpladens skal opfylde.

### Omstøbningsmørtel

Der skal vælges omstøbningsmørtler, der kan opnå tilfredsstillende udfyldning, styrkeudvikling og beskyttelse mod spaltekorrosion i rustfrie stålplader – se nedenstående afsnit om spaltekorrosion. Trykstyrken af mørtlen skal være mindst den samme som trykstyrken i murværket, men i praksis vælges ofte en betydeligt stærkere omstøbningsmørtel, da der af hensyn til arbejdsprocessen er behov for hurtig udvikling af styrke

## Spaltekorrosion

Illustration: sbs



*Kilde:*

*Værdierne er baseret på Avesta Sheffield Corrosion Handbook.*

### Valg af stål kvalitet

Som tommelfingerregel kan der ved ca. 20°C anbefales nedenstående kloridterskelværdier ved valg af ståltype. Ved ekstreme situationer vælges højere legerede ståltyper. Beskyttes rustfrie stålplader ikke mod korrosion af cementrig mørtel på både over- og underside, jf. nedenfor, må en mere korrosionsbestandig stållegering anvendes.

Stålkvalitet jf. DS/EN 10088-1	Maksimalt kloridindhold vægt % af opløste boreprøver
DS/EN 1.4301	0,17 %
DS/EN 1.4404	0,17 - 0,60 %
DS/EN 1.4436	over 60 %

### Vægevirkning

Hvis der er behov for pudning hen over kanten af indlagte fugtspærre, skal der benyttes en mørtel, som er kapillarbrydende/vandtæt for at modvirke vægevirkning i pudsen.

og stivhed. I demonstrationsprojekt under GI's udviklingsprojekt om 'Fugstandsningemetoder' er der fx benyttet

PAGEL Anker- & injektionslim E1F som omstøbningsmørtel, mens PAGEL Ankermørtel E1SF er anvendt til smøring af overlappingsplade og til efterfugning. Disse produkter og andre tilsvarende er meget tyndt flydende og kan benyttes ved en skærespalte på ca. 10 mm. Ved spaltehøjde på ca. 20 mm kan der benyttes væsentlig stivere mørtler/sprøjtebeton med hurtigere udvikling af styrke og stivhed.

### Husk dokumentation

Valg af omstøbningsmørtel hænger nøje sammen med valg af materiel til udførelse og planlagt arbejdstakt. Derfor skal den samlede arbejdsproces med skæring af spalte, indlægning af membran og udfyldning af spalte dokumenteres ved udførelse af prøver, der viser styrkeudvikling og udfyldning af spalte. Styrkeudvikling kan ofte dokumenteres ved produktdatablade, mens udfyldning må dokumenteres ved ophugning af prøvefelt. Se også kapitel 10 om kvalitetsstyring.

### Spaltekorrosion

Spaltekorrosion eller tildækningskorrosion sker på ståloverflader, hvor der er dannet en meget fin spalte mellem to stålemner eller ståloverflader mod andre materialer fx murværk. Spaltekorrosion optræder lokalt, hvor der er mangelfuld oxygenadgang, og hvor den beskyttende kromoxidhinde derfor ikke gendannes på overfladen. Spaltekorrosion kan i denne sammenhæng optræde i overlæg mellem stålpladerne, og hvor stålplader har anlægsflade direkte mod murværk. En metode til at undgå dette er at indpresse stålplader, efter at rillen er

udfyldt med omstøbningsmørtel. Overlappingsplader bør påføres en cementrig pasta (kloridfri) på den nedadvendte flade, inden den indskydes i skæresporet, for at minimere risikoen for spaltekorrosion. Ved tilpas mørtelkonsistens og den rette metode ved indlæggelse af stålplader vil anlægsfladerne i overlægget blive omgivet af cementrig mørtel (kloridfri) og derved være beskyttet mod spaltekorrosion. I forbindelse med udstøbningen skal der anbringes en eller flere midlertidige understøtninger af indpresningspladen for det udvalgte felt. Til dette formål kan ved mindre vægtykkelser anvendes 4 mm murbindere, der udrettes i den ene ende. Ved store vægtykkelser kan ståltråde i tilsvarende tykkelse og i afpasset længde anvendes. Stålkvaliteten er ikke væsentlig, da disse understøtninger skal fjernes igen inden efterfugning af spalten udføres. Mellemunderstøtning tages ud, når mørtelen er bæredygtig.

### Regler

AB 92/ABT 93 indebærer bl.a., at konstruktionsdata skal foreligge, at eventuelle tvister afgøres af en faglig voldgift og at ansvaret begrænses til 5 år efter afleveringen

Skader på indbo Eventuelle skader på genstande, der regnes som indbo, skal dækkes af en indboforsikring, der er tegnet af indboets ejer.

# Ansvar og forsikring

## Ansvar

Udførelse af fugtstandsede foranstaltninger på en bygning medfører ansvar for de involverede. Der bør altid indgås en skriftlig aftale (kontrakt) mellem bygningsejeren (bygherren) og den tekniske rådgiver/udførende entreprenør eller håndværksvirksomhed. Som udgangspunkt reguleres ansvarsforholdet efter de gældende regler for teknisk rådgivning

- Almindelige bestemmelser for teknisk rådgivning og bistand (ABR 89) og for udførelse af byggeaktiviteter - Almindelige betingelser for bygge- og anlægsarbejder/totalentrepriser (AB 92/ABT 93). Den skriftlige aftale skal indeholde eller være bilagt en entydig beskrivelse af, hvilket resultat, som bygherren kan forvente, når den anbefalede foranstaltning er gennemført. Af hensyn til forventningsafstemningen mellem parterne er det her væsentligt at beskrive fx gener under udførelsen og eventuelle usikkerheder om resultatet (ex.: at der kan forventes misfarvninger i en færdigpudset facade op til flere år efter at fugtstandsningen har fundet sted).

## Dokumentation

Af hensyn til eventuel placering af ansvar er det vigtigt at al forundersøgelser- og udførelsesarbejde løbende dokumenteres og forelægges bygherren. Dokumentationen skal være så entydig som mulig, og helst være sammensat af tekst, tegningsmateriale og fotos.

## Forsikring

Det forudsættes, at tekniske rådgivere og udførende byggevirksomheder/udførelsesleverandører har tegnet en professionel erhvervsansvarsforsikring, som er gældende for den periode, som ansvaret omfatter. Under udførelsen af arbejdet bør der tegnes en entreprisefor-

sikring, der omfatter alle involverede parter under byggeperioden. I særlige tilfælde kan det være hensigtsmæssigt at tegne en objektforsikring med en udvidet dækning for fx sætningsskader i en bygning, som måtte opstå som følge af uforudseelige omstændigheder. Hvilken forsikringsdækning, der er tilstrækkelig, afhænger af en række forhold i hvert konkret tilfælde. De fleste forsikringsselskaber vil kunne rådgive herom. Under alle omstændigheder bør man som teknisk rådgiver og/eller udførende byggevirksomhed sikre sig, at bygherren har underrettet sig bygningsforsikringsselskab om det planlagte fugtsikringsarbejde - inden at byggearbejderne igangsættes.

# Kvalitetsstyring

Det er væsentligt at få beskrevet den forventede kvalitet af en given foranstaltning til fugtstandsning, og at denne kvalitet er kendt for de involverede. Ved udførelse af sikring mod opstigende grundfugt skal alle problemstillinger, overvejelser og undersøgelser, der er beskrevet i denne vejledning, gennemføres. Og der skal udarbejdes et dokument, der beskriver resultatet af overvejelserne. Dokumentet kan afhængigt af opgavernes art og størrelse være mere eller mindre omfattende. Hvis opgaven udføres uden rådgiver, omfatter den udførende entreprenørs/operatørs kvalitetsstyring tilsvarende aktiviteter.

Kvalitetsstyring af selve udførelsen omfatter:

## Prøver

Der bør altid udføres en prøve på det påtænkte arbejde. Prøven danner grundlag for at vurdere, om arbejdet kan udføres som planlagt og hvilke forhold, der eventuelt skal være særligt fokus på. Prøver omfatter:

- Skæring
  - Er det muligt at skære i det forudsatte skifte uden skader på murværk og grej?
- Indbygning af fugtspærre inkl. overlæg
- Kontrol af den indbyggede fugtspærre, dvs.:
  - Udfyldning med mørtel
  - Tæthed af overlæg
- Materialekontrol.

Entreprenøren/operatøren kontrollerer og dokumenterer, at anvendte materialer er i overens stemmelse med kravene fra den tekniske rådgiver, eller - hvis opgaven udføres uden teknisk rådgiver- kravene til almindelig god praksis, herunder de krav, der er beskrevet i denne vej-

ledning. Prøverne gentages i princippet med passende mellemrum ved gennemførelse af resten af arbejdet, så det sikres at det efterfølgende arbejde opfylder forudsætningerne.

## Undersøgelser af konstruktioner

Før skærearbejder iværksættes undersøges konstruktioner for installationer og lignende, som skal fjernes eller beskyttes ved skærearbejdet. Endvidere undersøges, om skæreplanen svarer til de faktiske forhold. Hvis dette ikke er tilfældet, aftales eventuelle ændringer i skæreplanen med den tekniske rådgiver.

## Skæring

Skæringen udføres i henhold til skæreplanen. Til dokumentation anføres som minimum i hvilken rækkefølge, der er skåret, samt datoer herfor. Hvis skæreplan ikke følges, skal afvigelserne anføres. Den vandrette spalte skal være så høj og plan, at der er plads til indlægning af fugtspærren og en effektiv udfyldning af spalten. Afhængigt af udfyldningsmateriale skal spaltens højde være i størrelsesordenen 10-20 mm.

## Indlægning af fugtspærre

Fugtspærre skal tilskæres så den dækker væggens fulde tværsnit, og der skal etableres de forudsatte overlæg.

## Udfyldning af spalte

Rillen omkring fugtspærre skal udfyldes effektivt med udfyldningsmaterialet (mørtlen). Udfyldningsmaterialet skal have mindst samme styrke som murværk og en konsistens, som gør det muligt at indføre materialet, så det udfylder hulrum i spalten fuldt ud.

Udfyldning af spalten omfatter:





Sprøjteudfyldning af spalte

- Montering af bagstopning for rille på bagsiden af væg
- Montering af begrænsning mod næste overlæg
- Udfyldning af spalte med mørtel eller andet egnet materiale
- Efterbehandling af synlige overflader

Det er væsentligt, at de personer, der udfører udfyldningen af spalten, har den fornødne rutine i heri. For opbygning af rutine anbefales det at bygge en model, hvor operatører gennem en plexiglasplade kan se, hvordan udfyldningen sker i praksis. Efterfølgende er det væsentligt, at der udføres ophugninger af murværk for løbende stikprøvekontrol af den faktiske udfyldning. Styrkeudvikling i udfyldningsmaterialet skal kendes, da skæring ved siden af en udfyldt spalte først kan udføres, når der er opnået den foreskrevne styrke af de udfyldte spalter.



Prøveopstilling

Prøve påudfyldningsteknik under plexiglasplade

## Referencer

Henvisninger:

[www.gi.dk](http://www.gi.dk)

[www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)

[www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

[www.bvb.dk](http://www.bvb.dk)

[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

[www.schrijver-systeem.com](http://www.schrijver-systeem.com) (metode med udluftningshætter i murværk)

[www.ejendomsviden.dk](http://www.ejendomsviden.dk)

Kilder:

SBi-anvisning 178 – Bygningers fugtisolering, Statens Byggeforskningsinstitut

SBi-anvisning 197 – Fugtundersøgelser i grundmurrede bygninger, Statens Byggeforskningsinstitut

Avesta Sheffield Corrosion Handbook,

Fugt i bygninger – Information om bygningsbevaring; Miljøministeriet – Planstyrelsen,

## Standsning af grundfugt i ældre ejendomme

Vejledning til tekniske rådgivere og udførende byggevirksomheder

Udarbejdet for GI – Bedre Boliger af:

Arkitekt MAA Graves Simonsen, sbs rådgivning a/s

Ingeniør Michael Vesterløkke, COWI A/S

Ingeniør Jens Brendstrup, COWI A/S

I samarbejde med bl.a.

Ingeniør Helge Hansen, Teknologisk Institut – Murværkscentret

Civilingeniør Morten Hjørsløv Hansen, SBI

Seniorrådgiver Poul Klenz Larsen, Nationalmuseets Bevaringsafdeling

Layout og tryk: Datagraf

EAN: 9788798888291

Gennemførelsen af et konkret projekt kræver teknisk rådgivning og håndværksmæssig bistand. GI og/eller forfatterne er ikke ansvarlig for tab der måtte følge af, at beskrevne løsninger/muligheder ikke kan anvendes eller viser sig byggeteknisk fejlbehæftede.

© GI – Bedre Boliger, februar 2012

Gengivelse af dele af vejledningen er tilladt med kildeangivelse.

Ny Kongensgade 15  
1472 København K  
Telefon 82 32 23 00  
E-mail [gi@gi.dk](mailto:gi@gi.dk)



[www.ejendomsviden.dk](http://www.ejendomsviden.dk)  
[www.gi.dk](http://www.gi.dk)

Skal du afhjælpe opstigende grundfugt i en ældre ejendom, så kan du få hjælp her. Opstigende grundfugt i ældre ejendomme med murede fundamenter og kældervægge er et kendt problem, men opleves og håndteres forskelligt. Problemet kan være vanskeligt at komme til livs, hvis det ikke gribes rigtigt an. Vi ved, at der i dag findes og anvendes en række metoder til at standse eller begrænse opstigende grundfugt.