

Mikrobiella skador i vattenskador

Den här artikeln handlar om att kunna bedöma oacceptabla mikrobiella skador i byggnader orsakade av en vattenskada via analysverktyget Polygon Biokontroll. ByggaF och BBR definierar kritiska fukttillstånd som en fuktnivå som inte får överskridas men förhåller sig inte tydligt till om det kan vara acceptabelt att ha passerat det fukttillståndet om det inte resulterat i fuktskador (då är det enligt definition inte längre ett kritiskt fukttillstånd). Otydligheten genererar ett bedömningsproblem eftersom kritiska fukttillstånd ofta passeras temporärt under produktion och vid vattenskador i drift.



Figur 1: Exempel på skadade materialprov. På den pappersklädda gipsskivan finns det tydliga synliga tecken på skada medan det är mycket svårbedömt okulärt att se påverkan på mineralullsprovet.

Vid en vattenskada blir många material snabbt uppfuktade till en nivå som passerar kritiskt fukttillstånd enligt BBR. Det innebär inte automatiskt att materialen blivit fuktskadade. I vattenskadabranschen har man länge arbetat med att minimera följdskador av vatten genom att torka ut material snabbt under kontrollerade former. Görs det på rätt sätt och i tid kan många följdproblem undvikas med stora sparade värden för fastighetsägaren utan att riskera försämrade inomhusmiljö för brukare. Tyvärr är det inte alltid det finns praktiska möjligheter att hinna torka ut vattenskadorna innan de hunnit utvecklas till mikrobiella fuktskador. Då behöver vi även kunna avgöra hur stor utbredning ett skadeområde har för att kunna avgränsa en sanering.



Joakim Honkanen,
Eurofins Pegasuslab AB



Kent Bergström,
Polygon Sverige AB



Peter Brander,
AK Konsult Indoor Air AB

Definitioner

Eftersom definitioner delvis saknas på området använder vi följande definitioner i den här artikeln.

Kritiskt fukttillstånd (enligt BBR 6:511): Fukttillstånd vid vilket ett materials avsedda egenskaper och funktion inte uppfylls. För mikrobiell påverkan är fukttillståndet kritiskt då tillväxt sker. Faktorer med betydelse för den biologiska tillväxten, till exempel temperatur och varaktighet samt deras samverkan kan ingå i bestämningen av det kritiska fukttillståndet.

Vattenskada: Kritiskt fukttillstånd har uppnåtts via tillförsel av vatten i vätskeform (fritt vatten ger ofta möjlighet för mycket snabbare skadeförlopp än enbart hög RF).

Fuktskada: Oacceptabel förändring av en byggnadsdels prestanda till följd av en process i vilken fukt haft en avgörande betydelse.

Mikrobiell skada: En typ av fuktskada där oacceptabel mikrobiell påväxt har skett.

Bedömningsgrunder

Riktlinjer för hur vi bör bedöma en mikrobiell skadesituation finns bara delvis framtaget idag.

En vanlig missuppfattning är att det går bra att vänta på att det blir torrt och att risken är borta när materialen torkat ut. Finns mikrobiell påväxt så försvinner inte hälsoriskerna bara för att påväxten torkat

ut vilket gör att det behövs en bedömning om en oacceptabel påväxt förekommer.

I regelverk gällande fukt- och mikrobiella skador i byggnader så beskrivs det i bland annat BBR att kritiskt fukttillstånd för mikrobiell påväxt börjar vid 75 procent relativ fuktighet. Enligt Folkhälsomyndigheten, som hänvisar till Miljöbalken, så säger man att det är en olägenhet om det finns synlig mikrobiell växt eller mikrobiell lukt (gasformiga emissioner som uppfattas som mikrobiell lukt). Regelverken beskriver inte några specifika arter av mikroorganismer eller vilka mängder som är för mycket. WHO påtalar att långvarig fuktbelastning och mikrobiell påväxt på invändiga ytor, eller inuti byggnadskonstruktioner kan vara en hälsorisk och att man ska minimera denna typ av skador för att minska risken med ohälsa kopplat till inomhusmiljöer. En av WHO:s slutsatser är att alla typer av mikroorganismer är relevanta vid bedömningar av mikrobiell påväxt, det vill säga mögel, bakterier och arkeer oavsett om de är levande, inaktiva eller döda.

Nyproduktion

BBR 6:51 hanterar nyproduktion. Rådstexten förtydligar att "kontroll av att material inte har fuktskadats under byggtiden bör ske genom besiktningar, mätningar eller analyser som dokumenteras." Hur mätningar och analyser bör ske förklaras inte.

Drift

I driftsituationen är det oftast miljöbalken och arbetsmiljölagar som styr tolkningen av skador. Folkhälsomyndigheten har tolkat kraven i sin föreskrift, FoHMF5 2014:14 Folkhälsomyndighetens allmänna råd om fukt och mikroorganismer.

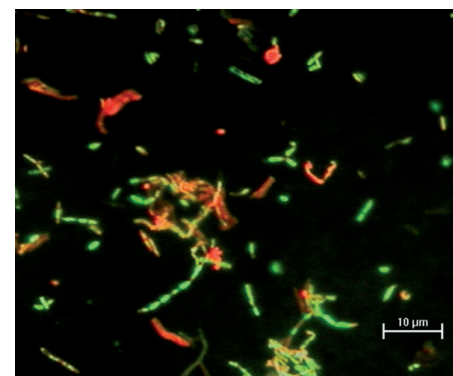
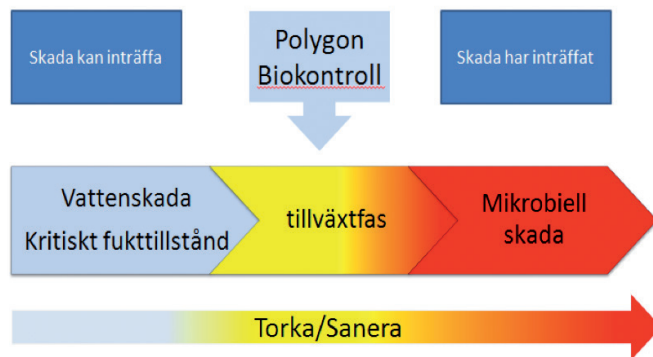
"Vid bedömningen av om fukt och mikroorganismer i bostäder och lokaler för allmänna ändamål innebär olägenhet för människors hälsa bör tillsynsmyndigheten beakta bland annat om

- fuktskador inte åtgärdas och detta innebär en risk för att mikroorganismer kan växa till, och
- fuktskador har åtgärdats bristfälligt, till exempel vid uttorkning och utbyte av mikrobiellt angripet material."

Arbetsmiljöverket har formuleringar kring mögel i AFS 2005:1: "4 § Arbetsgivaren skall bedöma om det finns risker för ohälsa och olycksfall, som kan orsakas av biologiska agens på arbetsplatsen. Om skadlig exponering för biologisk agens kan förekomma skall art, grad, omfattning och

Mikrobiella skador

Figur 2: Illustration över beslutsprocessen. Vid en vattenskada passerar kritiska fukttilstånd och då kan en skada inträffa. I mikrobiella skador krävs en viss tid för att tillväxten ska resultera i en mikrobiell skada (oacceptabel påväxt).



Figur 3: Mikroskopbild Camnea-metoden, 1000 ggr förstoring.

varaktighet av exponeringen fastställas så långt möjligt.

WHO är ytterligare ett organ som kommer med internationella rekommendationer. De skriver "Persistent dampness and microbial growth on interior surfaces and in building structures should be avoided or minimized, as they may lead to adverse health effects".

Det mättekniska problemet

För en tekniker som ska värdera en potentiell mikrobiell skada i en vattenskada uppstår då frågan hur? Det är här Polygon Biokontroll kommer in som ett tydligt stöd i värderingsprocessen. Beslutsmodellen beskrivs schematiskt i figur 1. Om det inte finns en mikrobiell skada kan material oftast torkas och sparas istället för att saneras eller bytas ut.

Dagens definitioner på var gränsen går mellan vattenskada och oacceptabel mikrobiell skada är otydliga vilket försvårar för tekniker i fält och byggherrar att avgöra hur stora åtgärder som behövs i olika skadefall. Ett ytterligare problem är att vanligt förekommande mätteknik värderar delar av den mikrobiella påväxten och inte alla organismer som bidrar i en skadeutveckling och som påverkar hälsorisken.

Påväxt sker både på och i material vilket även försvårar korrekta bedömningen vid vanliga provningsanalyser som okulär bedömning. Okulär bedömning av skador har begränsningar när det gäller att avgöra mängd påväxt. Många mikroorganismer har inga färgpigment (nästan genomskinliga) vilket gör det chansartat i mängdbestämningen för de är svåra att se. Det är ännu svårare att bedöma mängder i en tredimensionell matris som mineralull där bara en bråkdel av ytorna blir synliga vid bedömningen.

CAMNEA-metoden

I projektet blev CAMNEA-metoden utvald som effektivaste analysmetoden för att få ett mått på den totala mikrobiologiska biomassan i en vattenskada, oavsett art

eller typ av mikroorganism, som finns på/i ett byggnadsmaterial. CAMNEA-metoden mäter antalet levande, inaktiva, aktiva och döda mikroorganismer i provet, det vill säga totalantalet. Antal mögel och bakterier/arkéer räknas och rapporteras var för sig. Metoden som använts i mer än 25 år av Eurofins Pegasuslab, är en väl validerad och utvärderad metod under många år, både i forskningssammanhang och vid praktiska skadeutredningar av byggnader. Metoden är idag den enda ackrediterade (SWEDAC ackrediteringsnummer 2085) mikrobiologiska analysmetod för analys av mikroorganismer på byggnadsmaterial som finns tillgänglig på marknaden. Provanalys tar 1-2 arbetsdagar för hantering i lab (varav ca 30 minuter för själva analysen).

CAMNEA-metoden går kortfattat ut på att:

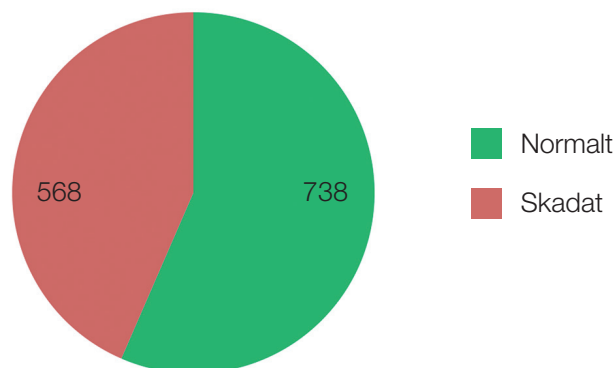
1. "Tvätta" ur alla mikroorganismer från materialprovet.
2. Färga in mikroorganismer i tvättvätskan med akridinorange.
3. I ett Epi-fluorescensmikroskop, med upp till 1000 ggr förstoring, räknar totala antalet mögel och bakterier/arkéer i tvättvätskan (utförs av en erfaren mikrobiologi).
4. Ange resultatet i antal/gram prov eller antal/cm² provyta.
5. Skriva en provbedömning i rapportform utifrån analysresultat jämfört med referensdata.

Utifrån projektets förstudier definierades en mikrobiell skada bedömd enligt Cam

Figur 4: Bedömningsgränser för analysvar.

Skadegränser bestämda med metoden		
	Bedömning	Gräns för skada på ytprover, totalantal/cm ²
Bakterier - totalantal	Normalt	Mindre än $4,9 \times 10^5$ bakterier/cm ²
Svampar - totalantal	Normalt	Mindre än $9,9 \times 10^4$ svampar/cm ²
Bakterier - totalantal	Skadat	Mer än $4,9 \times 10^5$ bakterier/cm ²
Svampar - totalantal	Skadat	Mer än $9,9 \times 10^4$ svampar/cm ²
	Bedömning	Gräns för skada i volymsprover, totalantal/gram
Bakterier - totalantal	Normalt	Mindre än $4,9 \times 10^6$ bakterier/gram
Svampar - totalantal	Normalt	Mindre än $9,9 \times 10^5$ svampar/gram
Bakterier - totalantal	Skadat	Mer än $4,9 \times 10^6$ bakterier/gram
Svampar - totalantal	Skadat	Mer än $9,9 \times 10^5$ svampar/gram

Antal materialprov 2010-2013



Figur 5: Antalet skadade och oskadade prover i den totala provmängden.

nea-metoden som: ”Material är, eller har varit, fuktbelastat i sådan omfattning att det förekommer en klart förhöjd mängd mikroorganismer jämfört med den normalt förväntade mängden för ett byggnadsmaterial som finns tillgängligt i byggvaruhandeln.”

En mikrobiell skada kan bestå av levande, inaktiva eller döda mikroorganismer, summan av dessa kallas för totalantal. Halten mikroorganismer för när mikro-

biell skada bedöms ha uppstått baseras på erfarenhet av analyserade byggnadsmaterial som blivit utsatta för snabb uppfuktning från vattenläckage där hänsyn tagits till osäkerheter i analysmetod och provtagning vid val av nivåer. Förekomsten av mögel och bakterier räknas och bedöms var för sig. Även en gammal uttorkad vattenskada som innehåller en hög mängd döda eller uttorkade mikroorganismer

bedöms som en mikrobiell skada enligt här metoden. Bedömningen om ett materialprov anses som mikrobiellt skadat bedöms kvantitativt.

Skadegränser bestämda med metoden Fälttekniker

Analysmetoder kan aldrig kompensera för bristfällig provtagning. För att säkerställa kvaliteten utbildas alla fukttekniker inom Polygon som ska ta fältprover. Specifik provtagningsutrustning finns som bara får användas till dessa provtagningar så att risken för kontaminerade prov minimeras.

Analysresultat

Alla analysresultat från metoden lagras kontinuerligt i en databas. Till varje uppdrag/materialprov finns en spårbar vattenskaderapport. Det ger möjlighet till bredare och djupare utvärdering av skadestatistik som nu kan presenteras. I en första utvärdering av analysresultat valdes data från tidsperioden 2010 till 2013. 1306 mikrobiella materialprover togs från olika vattenskador under perioden. Prover togs där en mättekniker bedömt att det sannolikt fanns en vattenskadeorsakad fuktskada. I dessa materialprover konstaterades att 568 stycken (cirka 43 procent) var mikrobiellt skadade prov, det vill säga i övriga 738 prover (cirka 57 procent) misstänktes/fanns förutsättningar för mikrobiell tillväxt men mikrobiell skada (otillåten påväxt) kunde inte konstateras.

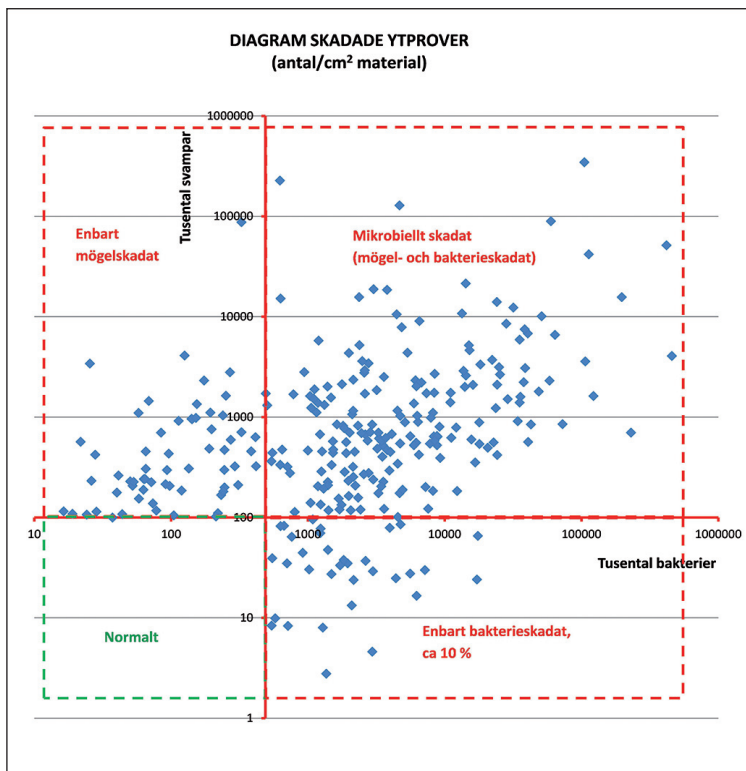
Provtagning har skett på både ytor och mer komplexa volymer som isolering. Ytproverna består framförallt av olika träprover (reglar, syllar olika träskivor) men också gipsskivor (gipspapp) det vill säga olika organiska byggnadsmaterial. Volymsproverna är till största delen olika mineralullsprover men också en del sandavjämningar samt bjälklagsfyllning innehållande en blandning av olika material. Volymsproverna är oftast byggnadsmaterial som definieras som ”organiska material”.

Resultat ytprover

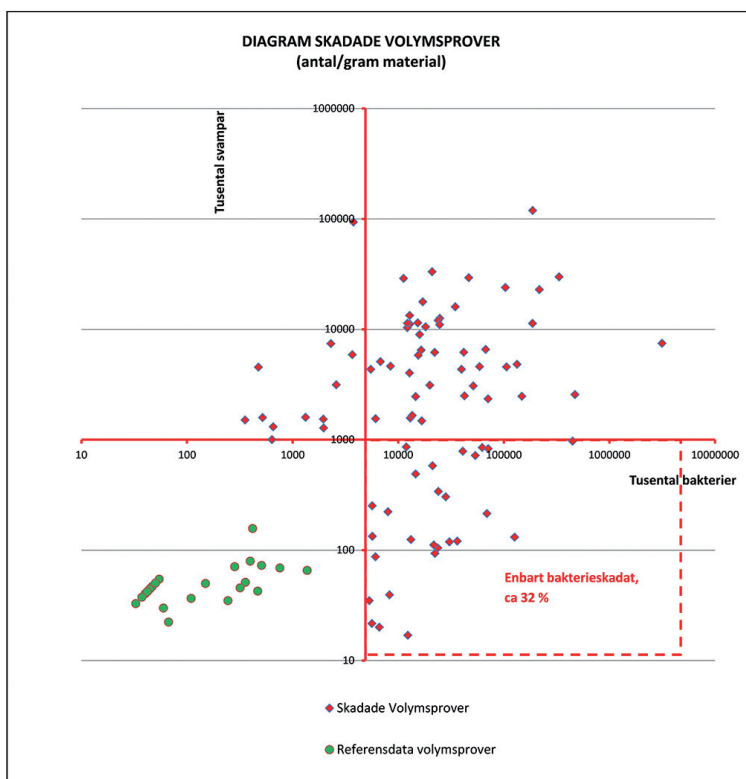
Av totala antalet analyserade prover på 1306 stycken, så var det 1068 stycken ytprover.

- Av dessa totalt 1068 stycken ytprover, bedömdes 483 stycken ytprover vara mikrobiellt skadade (cirka 45 procent).
- Av de mikrobiellt skadade ytproverna bedömdes 47 stycken ha normal förekomst av mögel, men istället ha förhöjda halter av bakterier (enbart bakterieskadade).
- Det vill säga i cirka 10 procent av skadefallen där man analyserar olika ytmaterial kan provet/konstruktionen tolkas som

Figur 6: Gränserna för skada på yta redovisat i matrisform och med plottade provresultat. Bakterieantal på x-axeln och mögelantal på y-axeln. En mikrobiell skada kan bestå av enbart mögel eller bakterier men även som en kombinationsskada där både mögel och bakterier överstiger skadekriteriet.



Figur 7: Grafisk redovisning av volymprovsresultat.



”normal” om man inte analyserar förekomsten av totalantalet bakterier.

Resultat volymsprover

Av totala antalet analyserade prover på 1306 stycken, så var det 238 stycken volymsprover.

- 85 stycken volymsprov bedömdes vara mikrobiellt skadade av totalt 238 stycken volymsprover.
- 27 stycken volymsprov bedömdes ”bara” vara bakterieskadade, vilket motsvarar cirka 32 procent av alla mikrobiellt skadade volymsprover.
- Det vill säga i cirka 32 procent av skadefallen där mikrobiellt skadat volymsmaterial kontrollerades kan provet tolkas som ”normalt” om man inte analyserar mängden bakterier i provet!

Diskussion

Resultaten visar hur viktigt det är att man använder sig av validerade och ackrediterade analysmetoder för att bedöma mikrobiell förekomst på och i olika byggnadsmaterial i samband med vattenskador. Nivåerna för skada ligger vanligen mer än 50 gånger över normalhalterna för referensmaterialet vilket innebär en god marginal för eventuell mätosäkerhet. Resultaten visar också på att så kallade ”oorganiska material” mycket väl kan bli mikrobiellt skadade i samband med en uppfuktning och att det ofta är enbart bakterier/arkéer som växer till på sådana material. Detta innebär att man behöver använda sig av analysmetoder som faktiskt kan mäta förekomsten av alla slags mikroorganismer på eller i ett material och att metoden även måste kunna mäta förekomsten av både levande, inaktiva och döda mikroorganismer.

Resultatet tyder också på att de metoder som bland annat Boverket hänvisar till som metod att bedöma ett byggnadsmate-

rials kritiska fuktillstånd inte fungerar för alla slags byggnadsmaterial då det ofta kan vara enbart bakteriefloran som trivs och växer till i samband med en uppfuktning av ett byggnadsmaterial. Att då enbart utföra mögeltest baserat på hur ett fåtal mögelarter växer till på ett uppfuktat material kan ge felaktig data för bedömningen av kritiskt fuktillstånd för ett testat material.

Resultatet visar också på att metoder såsom direktmikroskopiering, vilket Swesiaq hänvisar till som bästa metod för att bedöma mikrobiella skador på byggnadsmaterial, inte alls är den bästa analysmetoden för att bedöma mikrobiella skador. Detta beror på att direktmikroskopieringsmetoder inte klarar av att på ett bra sätt analysera och bedöma volymsprover såsom mineralull eller materialprover med mikrobiella skador som orsakats av i första hand bakterier/arkéer. Direktmikroskopiering kan således medföra att man felaktigt friar ett material från mikrobiell skada.

Slutsatser

- Även rutinerade vattenskadetekniker kan ha svårt att okulärt avgöra om ett material är skadat och behöver tillgång till bra mätteknik.
- Polygon Biokontroll ger ett tydligt beslutsunderlag oavsett om det är en ny eller gammal mikrobiell påväxt.
- Polygon Biokontroll klarar de flesta relevanta materialmatriser.
- Även ”oorganiskt material” kan få mikrobiella skador.
- Om man använder mikrobiologiska analysmetoder som enbart mäter mögel-påväxt så ”missas” cirka 13 procent av de totala skadefallen orsakade av mikrobiell påväxt. För mineralullsisoleringar och andra oorganiska volymsprover så ökar sannolikheten att man ”missar” till cirka 32 procent av de mikrobiella skadorna.

- WHO gör ingen skillnad på typ/art eller om mikroorganismerna är levande, inaktiva eller döda när man pratar om mikrobiologisk påväxt på material som en riskfaktor för dålig inomhusmiljö.

Fortsatt arbete

Nästa steg är att gå igenom vattenskaderapporterna som är kopplade till de aktuella proven och analysdatan för att försöka få svar på fler intressanta frågor. Finns det exempelvis gemensamma nämnare för mikrobiella skador beroende på vattenskadetyp, skadehantering, konstruktion, ingående material, åldersbedömning av skadan? Vi återkommer. ■

Referenser

- [1] Wessén, B., Ström, G. & Palmgren, U., (1999), *Microbial problembuildings: analysis and verification, Proceedings from Indoor Air 99*, vol 4, Edinburgh, Scotland, pp. 875-879.
- [2] Palmgren, U., Ström, G., Malmberg, P. & Blomquist, G., (1986), *The Nuclepore Filter Method: A Technique for Enumeration of Viable and Nonviable Airborne Microorganisms*, American Journal of Industrial Medicine, vol. 10:3, pp 325-327.
- [3] ”Mikrobiell flora i fuktskadat byggnadsmaterial från svenska problembyggnader”, Bengt Wessén, Healthy Buildings 2006.
- [4] ”Evaluation of moisture damaged building materials in relation to health – quantify mold and bacteria irrespective if they are living or dead”, Johnny Lorentzen, Poster FISIAQ 2012 *Bakterier i mögelhus det stora problemet*, Tidningen Byggprojekt nr 1, 1990, Pegasus Lab BBR 24, Boverket, 2016
- [5] *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, WHO, 2009
- [6] FoHMFS 2014:14 *Allmänna råd om fukt och mikroorganismer*, Folkhälsomyndigheten, 2014 Miljöbalk (1998:808), Svensk författningssamling 1998:808 t.o.m. SFS 2016:991, Sveriges riksdag, 2016
- [7] AFS 2005:1 *Mikrobiologiska arbetsmiljörisiker – smitta, toxinpåverkan, överkänslighet*, Arbetsmiljöverket, 2014