

# Emission från betong – ett inomhusmiljöproblem?

I Sverige har vi erfarenheter från två typer av fuktrelaterade emissioner från betongbjälklag. I båda fallen är skadeorsaken en kombination av högt pH-värde i betongen, eller det cementbaserade spacklet, och för hög fuktnivå. Orsaken till att fuktnivån överskrider kritiskt värde kan vara att byggfukten inte torkat ut i tillräcklig grad, före applicering av mattor med högt fuktmotstånd, eller att konstruktionen, ofta platta på mark, vid jämvikt med omgivningen får en för hög fuktnivå.

I det ena fallet associerades problemet med så kallat kaseinhaltigt flytspackel som användes 1977 till 1984. Problemet yttrade sig i form av missfärgningar i till exempel parkettgolv orsakade av emission av ammoniak från det fuktpåverkade spacklet. I många fall kopplades också fuktskadat kaseinhaltigt flytspackel ihop med diffusa inomhusmiljöproblem och avvikande lukt av "rå/unken" karaktär. I samband med skadeutredningar användes halten ammoniak under golvbeläggningen som en indikator för skada.

I det andra fallet utgjordes problemet av nedbrytning av mjukgörare i vattenbaserat mattlim och/eller golvbeläggning. Denna skadetyper associerades ofta med diffusa inomhusmiljö- och luktproblem. I det fall fuktnivån var mycket hög kunde mattlimmet förtvålas varvid golvbeläggningen kunde släppa eller bukta. Förhöjda halter av 2-etyl-1-hexanol och/eller 1-butanol under golvbeläggning användes som indikatorämnen för denna typ av problem.

Under de senaste åren har vi på AK-konsult undersökt ett antal objekt där problembeskrivningen har varit missfärgade

parkettgolv och i vissa fall rapporterade lukt- och inomhusmiljöproblem. Objekten/byggnaderna har haft det gemensamt att de är relativt nybyggda, undersökningar har i vissa fall till och med utförts under pågående produktion. En annan gemensam nämnare är att ytskikten består av parkettgolv ovan fuktspärri i form av PE-folie, det har med andra inte förekommit någon limmad golvbeläggning. Mätningar har visat att frilagd betongyta emitterar bland annat ammoniak. Mätningarna djupare i bjälklagen har i många fall påvisat högre halter än på grundare djup vilket tyder på att ursprunget till emissionerna den här gången kan misstänkas vara betongen i sig.

Under senare år har användandet av tillsatser i betong ökat. Orsaken till detta är en önskan att erhålla specifika egenskaper vad avser funktionalitet, miljö, torktider, kostnader med mera. Frågan som då kan uppstå är om de olika tillsatserna i betong, var för sig eller tillsammans, kan bidra till ökade emissioner från betongen. Den idag tillgängliga informationen från betongleverantörer anger att emissionen från betong är generellt låg.

Det faktum att betongrecepten varierar beroende på önskade egenskaper gör inte frågeställningen enklare. Enligt referenser kan dagens betong innehålla ungefär 6 till 8 kg tillsatser per kubikmeter betong, *Naturvårdsverket* (1995, 2009).

De huvudsakliga beståndsdelarna i betong, ballast, cement och vatten är oorganiska. Om tillsatser i betongen är organiska, eller om kvävekällor förekommer kan dessa, var för sig eller i kombination, vara

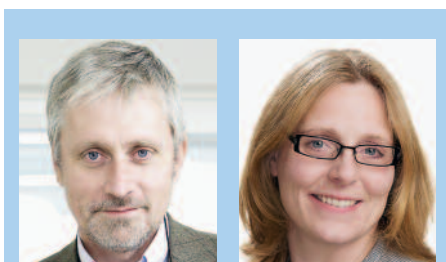
en källa till emission av flyktiga organiska föreningar (VOC) eller till exempel ammoniak. Att emissioner kan uppstå när olika tillsatser läggs till betongreceptet har också visats, *Johansson* (1994).

Tillsatser i betong kan resultera i oavsiktliga negativa effekter vad avser emissioner. Enligt *Anderberg* (2002) föreslogs av *Byfors* redan 1994 att en förundersökning alltid bör göras för att säkerställa att oönskade effekter inte uppstår. En japansk studie har visat att ammoniak och flyktiga organiska föreningar kan genereras i härdad betong genom alkalisk hydrolys, det vill säga en fuktberoende reaktion, *Tomoto* (2008). Tillsats i form av ureabaserade antifrysmedel har visats kunna resultera i emissioner av ammoniak, till inomhusmiljön, från betongväggar, *Bai* (2006). Ett praktiskt exempel på höga emissioner av ammoniak från betong är att betongen avisats med ureabaserade produkter varvid ammoniakemission uppstått.

För att få en bättre förståelse för vilken typ av emissioner, och vilka nivåer/bakgrunds nivåer, som förekommer i ny betong har vi under 2013 utfört mätningar av olika emissionsprodukter och fuktnivå (RF) på prov av betong och avjämningsmassa från olika nyproduktionsobjekt. Mätning av emissionsprodukter har utförts på betongprover som har tagits ut för att bestämma fuktnivån enligt RBK-respektive GBR-metoden.

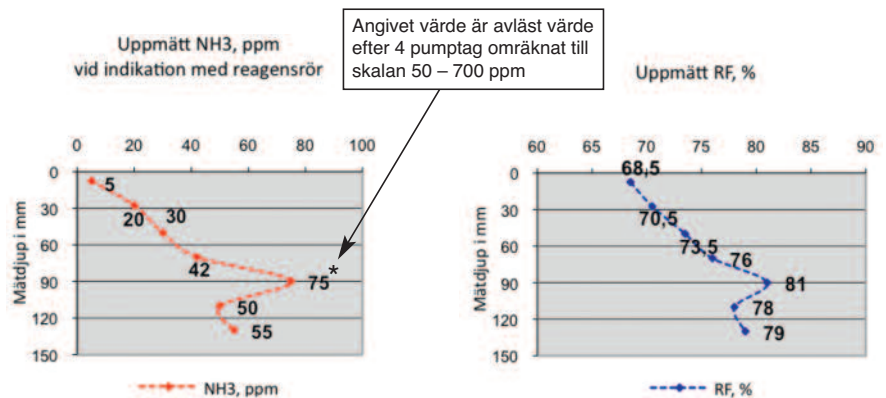
## Objekt, materialprov och metoder

Mätningar har utförts på prov av betongbörkärnor och i några fall på prov från



Artikelförfattare är **Anders Kumlin**, och **Ingrid Johansson**, AK-konsult Indoor Air AB, Solna.

## Jämviktsskoncentration, ammoniak i betong och RF



Figur 1: Uppmätta halter ammoniak och fuktnivå. Mätning utförd 2007 i objekt uppfört 2006. Golvbeläggning med parkett ovan PE-folie.

avjämningssmassa. Samtliga prov har tagits ut i byggnader under produktion i samband med fuktmätningar och kommer från bjällklag utan golvbeläggning.

Mätningar utförts på totalt 93 prov, 75 betongprov och 18 prov från avjämningssmassa. Fuktnivå, halten ammoniak, flyktiga organiska ämnen (VOC) och vattenånga har mätts på samtliga prov. De analyserade proverna kommer från elva olika nyproduktionsobjekt. Antalet prover från ett enskilt projekt varierar mellan 1 och 24.

**Materialprov.** Provtagningen har utförts enligt RBK-metoden, den standardiserade metoden för bestämning av relativ fuktighet i betongkonstruktioner som tagits fram av Rådet för Byggkompetens respektive Golvbranschens metod för bestämning av relativ fuktighet i golvavjämning. Vattencementtalet (vct) är känt för de olika proven med några få undantag där betongen kommer från håldäcksbjällklag där vct antagits vara 0,4 eller lägre. Vi har inte haft någon kunskap om vilka eventuella tillsatser som använts.

**Bestämning av relativ fuktighet.** Bestämning av relativ fuktighet har utförts enligt RBK-metoden för betongprov och enligt GBR:s metod för prov från avjämningssmassa. Osäkerheten i dessa metoder är ungefär  $\pm 2\%$ RF i intervallet 75 till 95%RF.

**Analys av ammoniak, organiska föreningar och vattenånga i betong, med Multi Gas monitor typ Brüel & Kjær 1302.** Halten OCIC (Organic Compounds in Concrete), ammoniak och vattenånga har bestämts via en metod som utvecklats av Sjöberg (1998). Metoden har modifierats i syfte att kunna använda B & K 1302. Metoden bygger på att jämvikt uppnås mellan provets luftporvolym och i provbehållaren innesluten luftvolym. Det vill säga samma princip som används vid bestämning av RF på uttaget prov.

Detektionsgränsen är gasberoende men typiskt i storleksordningen  $10^{-3}$  ppm. Det VOC-spektrum som mäts med B & K 1302 är bredare än den definition som vanligen används vid luftprovtagningar kopplade till inomhusmiljö och inkluderar VVOC, VOC och SVOC. Halten VOC anges som ppm metan ( $\text{ppm}_{\text{metan}}$ ). Metoden som den tillämpats vid provtagning ska ses som indikerande.



Figur 2: Gasmonitor B&K och provbehållare.

**Ammoniak i betong.** Provtagningen är utförd enligt Sjöbergs metod med den skillnaden att luften i provbehållaren provtagits på reagensrör för ammoniak av fabrikat Kitagawa, mätområde 0,2 till 20 ppm.

Metoden som den tillämpas ska ses som indikerande. Osäker-



Figur 3: Pump för Kitagawa rör och provbehållare.

heten vid avläsning av reagensrör rapporteras vara plusminus 10 till 15 procent. Även för andra basiska föreningar, såsom organiska aminer, kan ge utslag på reagensröret.

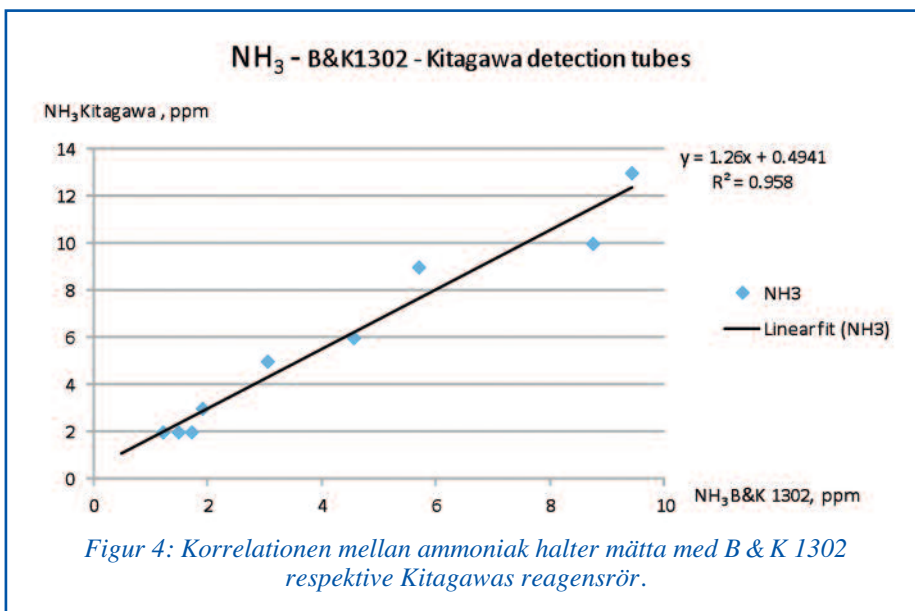
## Resultat

En sammanfattning av erhållna resultat från betongprov redovisas i tabell 1 samt figur 4 och 5.

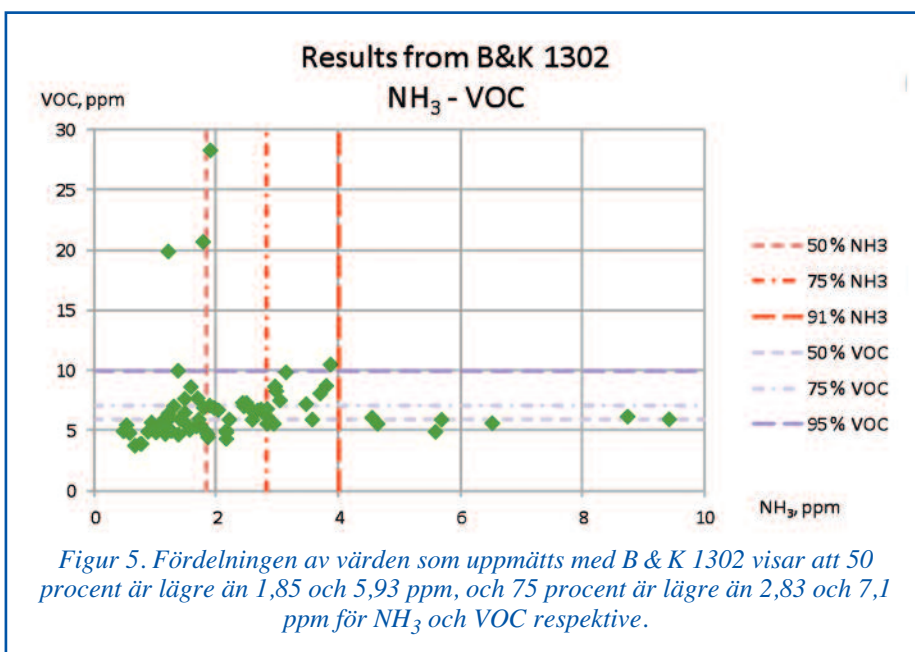
Av resultaten framgår att majoriteten av proven har en relativt låg emission men att det finns prov med högre halter ammoniak eller VOC. Uppmätta ammoniakhalter understiger 4 ppm för 91 pro-

Tabell 1: Resultat från mätningar på betongprover.

	Provålder, dagar	NH <sub>3</sub> , ppm B & K 1302	VOC, ppm B & K 1302	Ånghalt, g/m <sup>3</sup> B & K 1302	RF, % RBK	NH <sub>3</sub> , ppm Kitagawa
Minimum	11	0,476	3,77	11,9	61,2	2
Maximum	85	9,42	28,3	19,2	94,8	13
Medel	29,2	2,34	6,85	15,6	80,7	5,8
Median	21	1,86	5,93	15,5	83,1	5
# prover		75	75	75	75	9



Figur 4: Korrelationen mellan ammoniak halter mätta med B & K 1302 respektive Kitagawas reagensrör.



Figur 5. Fördelningen av värden som uppmätts med B & K 1302 visar att 50 procent är lägre än 1,85 och 5,93 ppm, och 75 procent är lägre än 2,83 och 7,1 ppm för NH<sub>3</sub> och VOC respektive.

cent av proven och VOC-halten understiger 10 ppm för 95 procent av proven.

Dubbelprover, A och B, har tagits på prov från avjämningsmassa. Variationen i mätresultat mellan de dubbelproverna redovisas i *tabell 2*.

Max/minkvoten varierar från 1,07 till 1,25, från 1,01 till 1,35 och från 1,00 till 1,10 för NH<sub>3</sub>, VOC och vattenånga respektive för de sju dubbelprover med motsvarande medelvärden 1,14, 1,14 och 1,04.

### Slutsatser/diskussion

Resultaten visar att betong som idag används i nyproduktion kan emittera såväl ammoniak som VOC och att emissionsnivåerna i de flesta, av de hittills undersökta proven, är lägre än 4 ppm ammoniak och 10 ppm VOC. I denna studie har vi valt att referera till dessa nivåer som ”normal betong” i termer av emissionsnivåer. Efter hand som provunderlaget utökas och fler prov mäts kan dessa referensvärden behöva justeras. Med tanke på att nivåer över 4 till 5 ppm ammoniak tidigare har diskuterats som kritiskt värde för missfärgning av ekparkett är detta ett intressant fynd, även om de tidigare referensvärdena samlats in med en delvis annan teknik.

Bland resultaten finns också några prov med högre värden för antingen ammoniak eller VOC. Då proven kommer från betongbjällklag utan ytskikt kan källan misstänkas vara betongen i sig. Resultat från mätningar utförda i samband med skadestredningar har i vissa fall påvisat ammoniak halter som är betydligt högre än vad som kunde uppmätas i denna studie, se *figur 1*.

Beträffande emission av ammoniak och VOC från betong vi vet fortfarande

*Tabell 2: Resultat från mätningar med B & K 1302 modifierad metod för ammoniak och OCIC och Kitagawas reagensrör på dubbelprover med avjämnning.*

Prov	NH <sub>3</sub> , ppm A	NH <sub>3</sub> , ppm B	Max/min kvot	VOC, ppm A	VOC, ppm B	Max/min kvot	H <sub>2</sub> O, g/m <sup>3</sup> A	H <sub>2</sub> O, g/m <sup>3</sup> B	Max/min kvot
1	1,94	2,43	1,25	9,65	10,70	1,11	19,80	19,10	1,04
2	2,41	1,98	1,22	11,40	9,61	1,19	19,10	17,40	1,10
3	2,23	2,40	1,08	7,21	6,07	1,19	17,60	16,70	1,05
4	2,21	2,00	1,11	9,94	7,36	1,35	17,00	17,00	1,00
5	3,22	3,02	1,07	18,40	17,00	1,08	19,00	19,40	1,02
6	3,11	3,45	1,11	11,70	11,60	1,01	19,50	20,30	1,04
7	1,09	1,23	1,13	5,81	5,33	1,09	12,40	12,70	1,02

inte tillräckligt för att koppla de i denna studie erhållna värdena till potentiella inomhusmiljöproblem. Resultaten från denna studie kan dock ge en bättre förståelse av vilka emissionsnivåer som kan förväntas från dagens betong. ■

### Referenser

Johansson I. (2014). *Emissions from concrete – an indoor air quality issue? NSB 2014*.

Anderberg A. (2002). *Förändring av användbarheten hos betong*. Rapport TVBM-3062. Lund. Lunds tekniska högskola. 48 p.

Bai Z., Dong Y., Wang Z. & Zhu T. (2005). *Emission of ammonia from indoor concrete wall and assessment of human exposure*. Environmental International 32, p. 303–311.

Johansson E. (1994). *Emissioner från byggnadsmaterial*. Rapport TVBM-3062. Lund. Lunds tekniska högskola. 50 p.

Lindgren T. (2010). *A case of indoor air pollution of ammonia emitted from concrete in a newly built office in Beijing*.

Building and environment 45, p. 596–600.

Naturvårdsverket. (1995 uppdaterad 2009). Branschfakta. *Betongindustri – Anläggningar för framställning av betong och betongprodukter*. 16 p.

Nordtest Method NT Build 484. (1998). *Building materials: Emission of volatile compounds – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC)*. Nordic Council of Ministers. 4 p.

Sjöberg A. (1998). *Transportprocesser och reaktioner i belagda betonggolv – olika faktorer inverkan på emission från golvkonstruktion*. Göteborg. Chalmers tekniska högskola. 193 p.

Tomoto T., Moriyoshi A., Kiyoshi S., Eiji S. & Michihiro K. (2009). *Identification of the sources of organic compounds that decalcify cement concrete and generate alcohols and ammonia gases*. Building and Environment 44, p. 2000–2005.