

Reduktionsfaktoren over betongulve, der ikke opfylder forudsætningerne i Miljøstyrelsens vejledninger nr. 6 og 7, 1998

Af Per Loll og Claus Larsen, Dansk Miljørådgivning A/S

DMR har i en længere periode haft fokus på nogle af de problemstillinger, vi rent praktisk står overfor i forbindelse med risikovurderinger for indeklimaet på forurenede lokaliteter, herunder reduktionsfaktorer over gulvkonstruktioner og etageadskillelser samt muligheder for at estimere disse. I denne artikel ser vi på reduktionsfaktoren over to betongulve, der – på særlig veldokumenteret vis – **ikke** opfylder forudsætningerne i Miljøstyrelsens JAGG-model eller forudsætningerne for anvendelse af en reduktionsfaktor på 100, jf. /1/. De data, der præsenteres i artiklen, er indsamlet og finansieret af Miljøstyrelsens Teknologiudviklingsprogram, Region Nordjylland og Region Hovedstaden.

Problemstillingen

Et tilbagevendende problem, i forbindelse med risikovurderinger for indeklimaet på ejendomme forurenede med flygtige forureningskomponenter, er at finde poreluftens bidrag til indeklimaet, så det kan sammenholdes med Miljøstyrelsens afdampningskriterier. For stoffer uden væsentlige interne bidrag, f.eks. chlorerede opløsningsmidler, er det ofte muligt at foretage målinger direkte i indeklimaet og sammenholde resultaterne med afdampningskriterierne, men for eksempelvis oliekulbrinter er der så mange interne bidrag, at afdampningskriteriet for totalindhold af kulbrinter er overskredet med omkring 50 % for ca. 75 % af ganske almindelige uforurenede danske boliger, /2/.

Der, hvor man ikke blot kan måle indholdet af flygtige kulbrinter i indeklimaet, opstår der således et behov for at estimere bidraget til indeklimaet på baggrund af koncentrationer målt under gulvkonstruktionen, således at det estimerede bidrag kan sammenlignes med afdampningskriterierne.

Hvordan estimeres poreluftens bidrag til indeklimaet?

Det aktuelle bidrag igennem et betongulv på en given lokalitet – og på et givent tidspunkt – er resultatet af et kompliceret samspil imellem følgende forhold:

- koncentrationen og fordelingen under gulvet
- gulvets tykkelse og beskaffenhed
- indtrængningsveje og deres placering ift. poreluftforureningen
- differensterykket over gulvkonstruktionen
- luftskiftet i indeklimaet.

I henhold til Miljøstyrelsens vejledninger nr. 6 og 7, 1998 kan bidraget til indeklimaet fra en underliggende poreluftforurening estimeres på to forskellige måder, /1/.

Hvis der er tale om et støbt betongulv uden synlige revner, anfører Miljøstyrelsen, at en fortyndingsfaktor på 100 anses som værende et konservativt skøn over reduktion af poreluftkoncentrationens bidrag til indeklimaet i størstedelen af dansk boligbyggeri. Desuden forudsættes det, at der ikke er andre utætheder ved rørgennemføringer eller

lignende, og at bygningen har en passiv ventilation på i størrelsesordenen 0,3 gange pr. time, /1/. Der tales om en reduktionsfaktor på 100. Med andre ord kan poreluftkoncentrationen – under de anførte forudsætninger – divideres med 100, hvorefter dette estimerede bidrag kan sammenlignes med Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Alternativt kan indeklimatemodulet i JAGG-modellen benyttes til at estimere indeklimatebidraget. Dermed beregnes indirekte en reduktionsfaktor over gulvkonstruktionen (poreluftkoncentrationen divideret med indeklimatebidraget). Disse beregninger forudsætter, at der er tale om et støbt betongulv med armering, og at der ikke er revner og sprækker omkring rørgennemføringer m.v.

Er forudsætningerne i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6 og 7 opfyldt i praksis?

Hvis ovenstående forudsætninger følges stringent, vil det i praksis være svært at finde et betongulv, som med sikkerhed vides at opfylde forudsætningerne for anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 eller JAGG-modellens indeklimatemodul. Dette skyldes, at det i langt de fleste praktiske tilfælde, pga. gulvbelægninger og møbler mv., ikke er muligt at inspicere et betongulv for at vurdere, om det er sprækket, eller om der er revner omkring rørgennemføringer mv. (se f.eks. figur 1). Dertil kommer, at det for langt de fleste støbte gulve, der er nogle år gamle, ikke automatisk kan forudsættes, at der er tale om et armeret gulv.



Figur 1. Eksempel på uarmeret betongulv med parket, hvor det i praksis ikke kan ses, om der er revner langs fundament eller omkring rørføringer.

Endvidere har det, med metoder udviklet og afprøvet i de seneste år, vist sig, at stort set alle betongulve – armerede og uarmerede, samt gulve der er forsøgt tætnet efter alle kunstens regler – er fulde af revner og sprækker, der kan være afgørende for transport af flygtige forureningskomponenter fra poreluften til indeklimaet. Dertil er der ofte aktive spredningsveje fra poreluft til indeklima, der går uden om betongulvet, f.eks. via hulmure og lignende; se f.eks. /4/, /5/, /6/.

Ovenstående er ikke anført for at nedskyde alle de praktiske risikovurderinger, der hvert år udføres i branchen ved anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 eller via Miljøstyrelsens JAGG-model, men blot for at pointere, at det er særdeles relevant, at vi har fokus på at udvikle andre muligheder for at estimere en lokalitetsspecifik reduktionsfaktor, som kan anvendes til at skabe tryghed for en given risikovurdering – og på at dele de erfaringer, vi opnår på området.

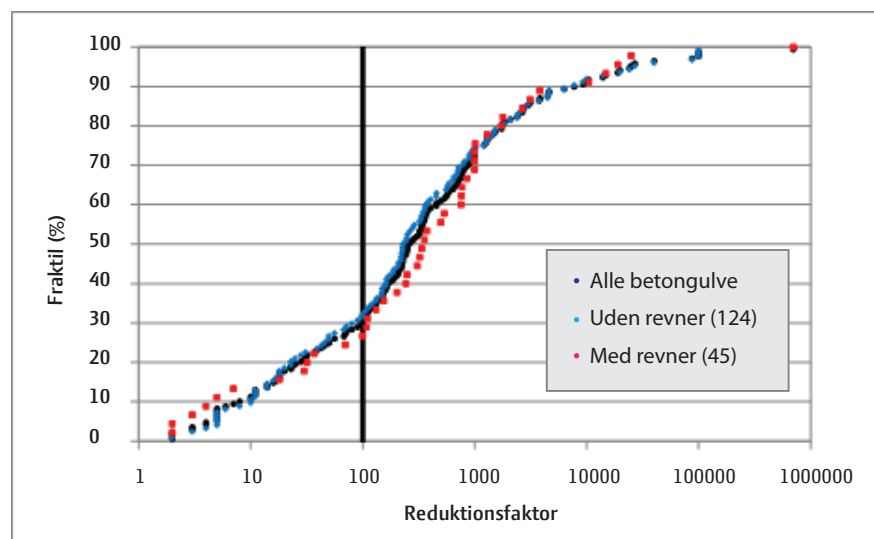
Hvilke erfaringer kan vi trække på?

I forbindelse med VJ's erfaringsopsamling vedr. indeklimapåvirkning fra poreluftforureninger fra 2002 /3/, er det anført, at kun 7 ud af 169 betongulve fra perioden 1890-1991 er vurderet som værende armerede (ca. 4 %).

For uarmerede betongulve viser baggrundsdata for TCE og PCE i erfaringsopsamlingen, at 49 ud af 165 reduktionsfaktorer (nogle gulve indgår to gange, da der både er data for TCE og PCE) er mindre end 100. Disse data inkluderer i flere tilfælde dæmpning fra såvel gulv som underliggende jordlag, da nogle data ikke er indsamlet umiddelbart under gulv.

Med andre ord viser /3/, at ca. 96 % af betongulvene i erfaringsopsamlingen er betegnet som uarmerede, og at 30 % af disse har en reduktionsfaktor < 100.

En samlet analyse af baggrundsdata for TCE og PCE fra /3/ viser endvidere, at der kun er minimal forskel på reduktionsfaktorer for gulve (både armerede og uarmerede), hvor der er konstateret synlige revner (45 stk.) og for gulve, hvor der ikke er konstateret synlige revner (124 stk.). For samtlige gulve under ét er der således fundet reduktionsfaktorer < 100 for 31 % af gulvene, mens de tilsvarende procentsatser for gulve med og uden revner er hhv. 32 og 27, jf. figur 2. Altså har en mindre andel af gulvene **med** synlige revner en reduktionsfaktor < 100 end det er tilfældet for gulvene **uden** synlige revner.



Figur 2. Reduktionsfaktorer for TCE og PCE for betongulve. Data fra /3/.

I kontrast til ovenstående står DMR med en erfaringsmæssig fornemmelse af, at en reduktionsfaktor på 100 i praksis næsten altid viser sig at være konservativ, svarende til det der angives af Miljøstyrelsen i /1/. En mulig forklaring på de tilsyneladende lave reduktionsfaktorer i /3/ vurderes at kunne være, at /3/ er baseret på data fra ældre sager med mindre velkarakteriserede poreluftforureninger. Reduktionsfaktorerne på sagerne i /3/ er beregnet ved at dividere den højest konstaterede værdi i poreluften med den

højest konstaterede værdi i indeklimaet. Hvis hot-spot under gulvet ikke er fundet eller tilstrækkelig godt karakteriseret, vil man således dividere en forholdsvis lav poreluftkoncentration med en indeklimakoncentration, der kan omfatte et forholdsvis stort bidrag fra hot-spot; med en forholdsvis lav reduktionsfaktor til følge.

I det følgende gives der to grundigt belyste eksempler på reduktionsfaktorer opnået for betongulve, der **ikke** opfylder forudsætningerne for anvendelse af en faktor 100 eller JAGG-modellens indeklimamodul, og de opnåede reduktionsfaktorer sammenlignes med hhv. en faktor 100 og den reduktionsfaktor, der beregningsmæssigt kunne opnås ved at anvende Miljøstyrelsens JAGG-model. Der foretages endvidere en perspektivering med data fra tre andre lokaliteter, hhv. fra Region Nordjylland og Region Hovedstaden.

De to grundigt undersøgte lokaliteter

I forbindelse med /4/ blev der gennemført detaljerede sporgasundersøgelser til kortlægning af aktive spredningsveje fra poreluft til indeklima på seks lokaliteter. Resultaterne fra disse undersøgelser belyser, i hvor høj grad forudsætningerne om fravær af revner og sprækker er opfyldt. Herunder blev der på to af lokaliteterne (Slotsgade og Adelgade) udført supplerende undersøgelser med henblik på at estimere konkrete reduktionsfaktorer over betongulve, der er dokumenteret ikke at opfylde forudsætningerne for anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 eller JAGG-modellens indeklimamodul. Lokaliteterne blev udvalgt, da der var målt høje

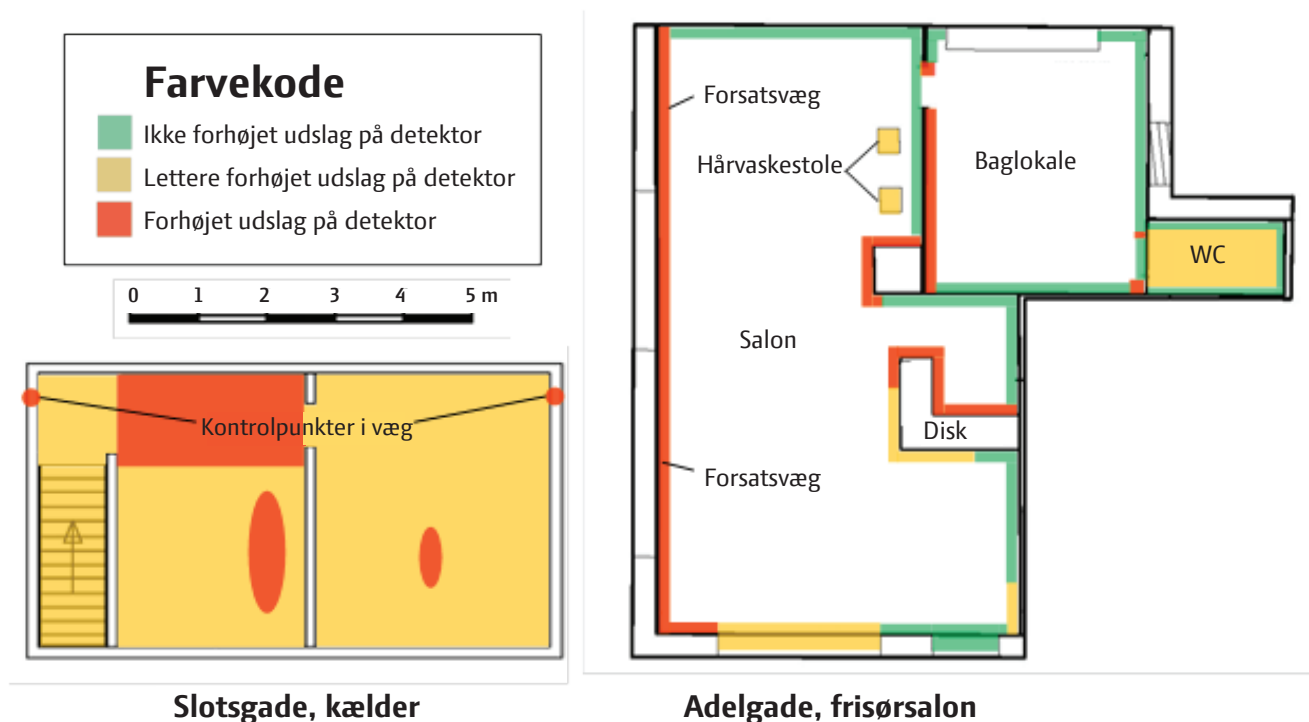
indeklimakoncentrationer, og da der blev konstateret mange aktive spredningsveje fra poreluft til indeklima.

På begge lokaliteter er der tale om poreluftforureninger med chlorerede opløsningsmidler, og der er – udover sporgasundersøgelser – foretaget samtidige målinger af chlorerede opløsningsmidler i poreluften og i indeklimaet, ligesom der er foretaget en kortlægning af de byggetekniske forhold af betydning og målinger af det aktuelle luftskifte. I begge tilfælde er der tale om undersøgelser ift. indeklimaproblemer konstateret i boliger på ovenliggende etager.

Slotsgade-lokaliteten er en kælder på ca. 30 m², med en loftshøjde på 1,75 meter og en middel-betontykkelse på 12 cm (med synlig betonoverflade), mens Adelgade-lokaliteten er en frisørsalon på ca. 55 m², med en gennemsnitlig lofts-højde på 2,63 meter og en middel-betontykkelse på 22,5 cm (linoleumbelagt). Slotsgade-gulvet er uarmeret, mens Adelgade-gulvet er uarmeret, undtaget i et mindre område, hvor rensemaskinen tidligere var placeret.

Sporgasresultater

Sporgasresultaterne for de to lokaliteter fremgår af figur 3, hvor forhøjede udslag på detektoren (gule og røde niveauer) indikerer aktive indtrængningsveje for sporgas/poreluftforurening. På begge lokaliteter er der konstateret optrængning af sporgas igennem sprækker ved støbeskel imellem betongulv og bærende vægge.

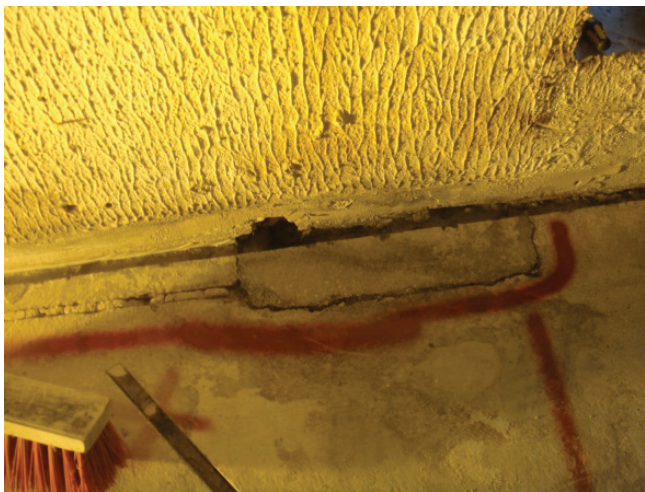


Figur 3. Sporgasresultater fra Slotsgade (kælder) og Adelgade (frisørsalon). Frit efter /4/.

I Slotsgade-kælderen var gulvet meget utæt for transport af sporgas og der er konstateret kraftig optrængning af sporgas i et område af betongulvet uden synlige revner, mens der i områder med synlige revner kun er konstateret mindre optrængning af sporgas.

I frisørsalonen i Adelgade kunne selve gulvfladerne ikke afsøges, da der var udlagt linoleum, som effektivt hindrede direkte optrængning af sporgas. Langs vægge og installationer kan indtrængning således være et udtryk for gas, som er trængt op igennem en sprække midt på gulvet, og som efterfølgende er transporteret vandret ud til den første gennemskæring af gulvbelægningen. I tilgift til indtrængningsveje langs bærende vægge er der konstateret en række punktformige indtrængningsveje. I forbindelse med efterfølgende afværge er linoleumsbelægningen afbrømt og massive revner er afsløret mange steder, ligesom det er konstateret, at gulvet er udstøbt i 3-4 lag, jf. figur 4.

Som det fremgår af figur 3 og 4, er der i begge tilfælde tale om transport af poreluftforurening med chlorerede opløsningsmidler over betongulve, der hverken opfylder betingelserne for anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 eller for anvendelse af JAGG-modellen.



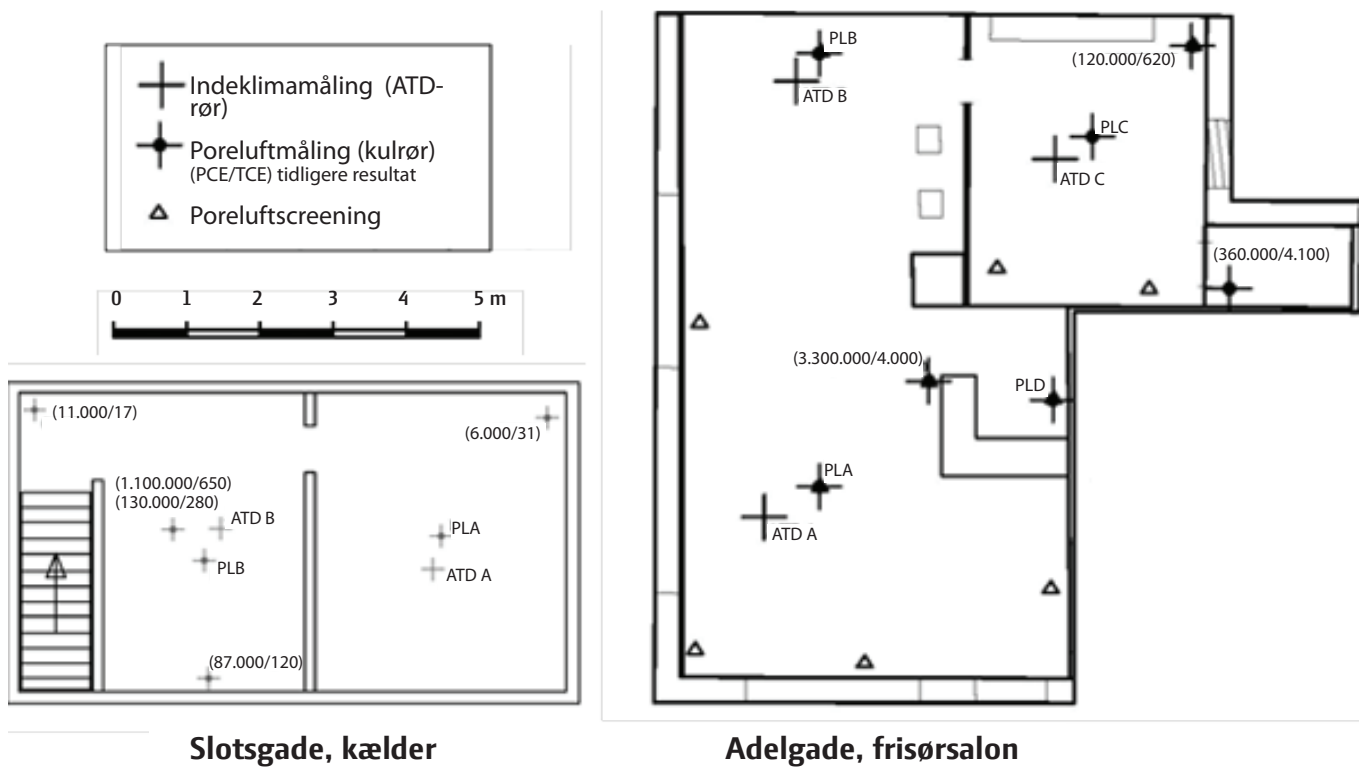
Figur 4. Massive revner under gulvbelægning og gulv udstøbt i lag (Adelgade).

Indeklima og poreluft

I Slotsgade er der foretaget indeklimamålinger med ATD-rør i to positioner over 13 dage, og der er foretaget poreluftmålinger med kulrør i to positioner umiddelbart under gulv på hhv. dag 0, 7 og 13. Derudover er tidligere resultater fra yderligere fire poreluftstationer inddraget i vurderingerne. I Adelgade er der foretaget indeklimamålinger med ATD-rør i tre positioner over 12 dage, og der er foretaget poreluftmålinger med kulrør i fire positioner umiddelbart under gulv på hhv. dag 0, 6 og 12.

Derudover er tidligere resultater fra yderligere tre poreluftstationer inddraget i vurderingerne, ligesom resultater fra punkterne markeret som "poreluftscrening" er inddraget.

Målepositionerne for de to lokaliteter fremgår af figur 5.



Figur 5. Positioner for indeklima- og poreluftmålinger, samt tidligere resultater. Frit efter /4/.

De opnåede indeklima- og poreluftresultater for PCE og TCE fremgår af nedenstående tabeller, sammen med beregnede middelværdier for hver poreluftposition.

Tabel 1. Resultater af indeklima- og poreluftmålinger for PCE og TCE på Slotsgade /4/.

	PCE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				TCE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ATDA	ATDB	PLA	PLB	ATDA	ATDB	PLA	PLB
Dag 0			5.800.000	330.000			93.000	670
Dag 7	2.700	2.400	3.300.000	390.000	5,9	5,0	>32.000	630
Dag 13			5.900.000	410.000			7.200	620
Middel	2.600		5.000.000	380.000	5,5		>44.000	640

Tabel 2. Resultater af indeklima- og poreluftmålinger for PCE på Adelgade /4/.

	PCE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	ATDA	ATDB	ATDC	PLA	PLB	PLC	PLD
Dag 0				580.000	470.000	140.000	6.800.000
Dag 6	1.100	1.400	680	480.000	490.000	230.000	3.900.000
Dag 12				540.000	420.000	130.000	5.400.000
Middel	1.100			530.000	460.000	170.000	5.400.000

Tabel 3. Resultater af indeklima- og poreluftmålinger for TCE på Adelgade /4/.

	TCE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	ATDA	ATDB	ATDC	PLA	PLB	PLC	PLD
Dag 0				2.400	2.400	960	14.000
Dag 6	0,64	0,71	0,52	2.000	2.600	1.500	4.900
Dag 12				2.400	2.300	920	12.000
Middel	0,62			2.300	2.400	1.100	10.000

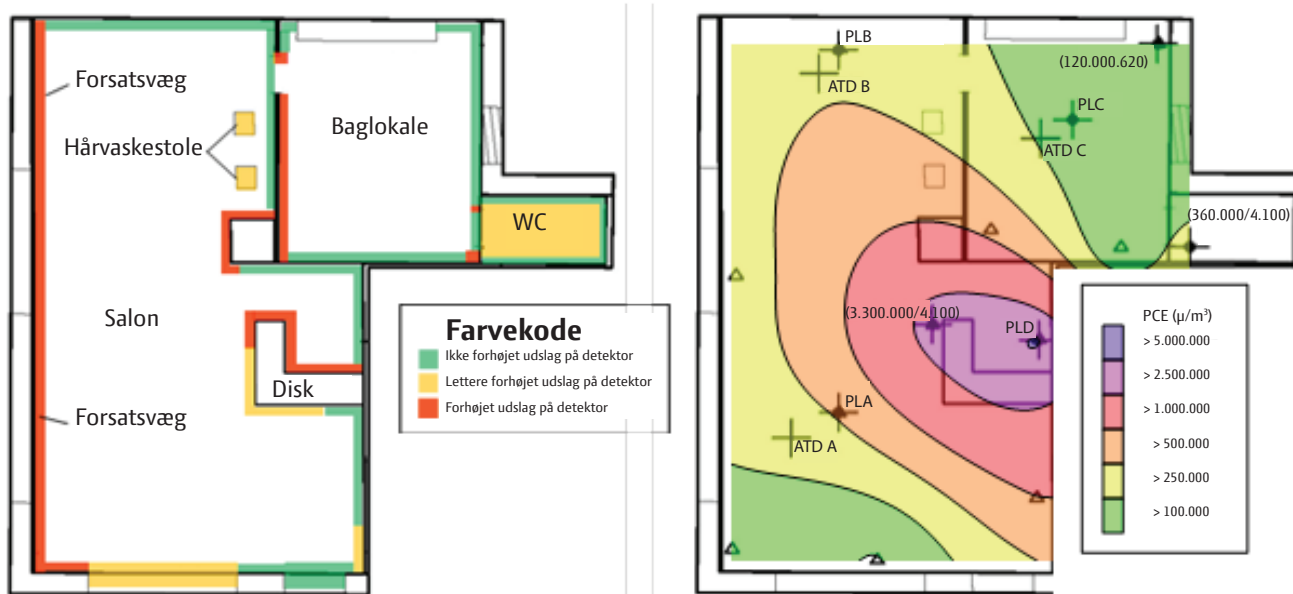
På begge lokaliteter er der konstateret en god overensstemmelse imellem nærværende resultater og tidligere undersøgelseresultater for indeklimakoncentrationerne, samt relativt enslydende koncentrationsniveauer i de forskellige bygningszoner, da der er mulighed for god luftudveksling imellem de to kælderrum i Slotsgade, samt imellem salon og baglokale i Adelgade. På den baggrund vurderes det konstaterede middelniveau for begge lokaliteter at være repræsentativt for det faktiske indeklimaniveau og at udgøre et godt udgangspunkt for beregning af reduktionsfaktorer.

Til sammenligning er der på begge de undersøgte lokaliteter konstateret meget store forskelle i poreluftkoncentrationerne under gulvet inden for relativt korte afstande, hvilket vurderes at skyldes, at hot-spots på de to lokaliteter har en relativt begrænset udbredelse.

Via sporgasundersøgelserne er der konstateret indtrængning i forskellige områder/punkter, og via poreluftundersøgelserne er der konstateret store rumlige variationer i

poreluftkoncentrationen under gulvene. Det afgørende for det resulterende poreluftbidrag til indeklimaet (og dermed reduktionsfaktoren) er samspillet imellem beliggenheden af indtrængningspunkter og poreluftkoncentrationen umiddelbart under disse (illustreret for Adelgade i figur 6), samt luftflowet igennem den enkelte indtrængningsvej. Dette samspil imellem indtrængningspunkter og poreluftkoncentrationer bevirker, at der ikke er nogen entydig måde at estimere reduktionsfaktorer på.

For begge lokaliteter vurderes det bedste bud på reduktionsfaktoren at fremkomme ved at sætte middelniveauet i indeklimaet ift. en arealvægtet middelværdi for poreluftkoncentrationen. Ved at inddrage samtlige tilgængelige resultater vurderes de arealvægtede middelværdier i poreluften for PCE og TCE at være hhv. 440.000 og 2.800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for Slotsgade, og hhv. 530.000 og 2.300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for Adelgade, mens middelværdierne for indeklimaet fremgår af tabel 1-3.



Figur 6. Sammenstilling af indtrængningsveje og koncentrationsfordeling for PCE i poreluften under gulvet (Adelgade).

Estimerede reduktionsfaktorer

Resultaterne af estimerer på reduktionsfaktoren fra poreluft til indeklime for hhv. PCE og TCE på de to lokaliteter fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Estimerede reduktionsfaktorer /4/.

Lokalitet	Komponent	Medie	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Reduktionsfaktor
Slotsgade	PCE	Poreluft	440.000	170
		Indeklimate	2.600	
	TCE	Poreluft	2.800	510
		Indeklimate	5,5	
Adelgade	PCE	Poreluft	530.000	480
		Indeklimate	1.100	
	TCE	Poreluft	2.300	3.700
		Indeklimate	0,62	

I forhold til resultaterne i tabel 4 er det umiddelbart bemærkelsesværdigt, at der er en faktor 3-8 i forskel på de estimerede reduktionsfaktorer for PCE og TCE inden for den enkelte lokalitet. Hvis der ses på de mest konservative bud på reduktionsfaktorerne for poreluftens bidrag til indeklimate (i begge tilfælde for PCE) opnås reduktionsfaktorer på 170 for Slotsgade og 480 for Adelgade. Disse reduktionsfaktorer dækker over såvel diffusiv transport igennem betonen som konvektiv transport igennem revner og sprækker under de faktiske forhold.

I forhold til forskellen på reduktionsfaktoren estimeret på baggrund af TCE og PCE, kan det bemærkes, at det er almindeligt med forskel på reduktionsfaktorer for TCE og PCE. En analyse af baggrundsdata fra /3/ viser således, at der for mere end 60 % af sagerne, hvor der er opgivet reduktionsfaktorer for både TCE og PCE, er konstateret mere end en faktor 3 i forskel på de to estimerer. I parentes bemærket må dette tages som et udtryk for, at estimeringen af reduktionsfaktorer ikke er nogen eksakt videnskab.

Reduktionsfaktorer beregnet i JAGG

Der er udført beregninger af indeklimatebidraget fra de konstaterede poreluftforureninger med Miljøstyrelsens JAGG-model (version 1.5). Beregningerne er baseret på de arealvægtede middelporeluftkoncentrationer i tabel 4 samt de faktisk målte middelbetontykkelse, rumopmålinger (bredde, længde og højde). For de øvrige parametre er JAGG-modellens standardværdier benyttet, dvs. at der regnes med standardluftskifte på 0,3 gange pr. time samt et standardarmeret betongulv med et differenstryk over gulvkonstruktionen på 5 Pa /1/.

Under disse forudsætninger er reduktionsfaktorer estimeret som poreluftkoncentrationen divideret med det totale indeklimatebidrag beregnet i JAGG. Her estimeres reduktionsfaktorer for Slotsgade og Adelgade på hhv. 230 og 980 (gældende for både TCE og PCE). Forudsætningerne bag disse estimerer vurderes at svare rimeligt godt til mange af de orienterende JAGG-beregninger, der udføres i praksis. Altså hvor der udføres en JAGG-beregning med standardparametre for armering, differenstryk over betongulvet og luftskifte, men hvor der indsættes lokalitetsspecifikke værdier for bygningsdimensioner (længde, bredde og højde) samt en målt tykkelse af betongulvet.

I forbindelse med /4/ er der foretaget målinger af det aktuelle luftskifte på begge lokaliteter midt i perioden for ATD-rørens ophængning. Det passive luftskifte i kælderen i Slotsgade blev estimeret til $0,16 \text{ t}^{-1}$, mens luftskiftet i frisørsalonen i Adelgade blev estimeret til $0,31 \text{ t}^{-1}$. Luftskiftet i kælderen i Slotsgade er altså næsten det halve af standardværdien i JAGG-modellen, mens luftskiftet i frisørsalonen i Adelgade er næsten det samme som standardværdien i JAGG. Indsættes disse lokalitetsspecifikke værdier for luftskiftet opnås estimerede reduktionsfaktorer på hhv. 120 og 1.000.

Sammenligning af estimerer på reduktionsfaktoren

Ovenstående estimerer på reduktionsfaktorerne over de to betongulve, med dokumenterede revner/sprækker og konvektive spredningsveje, er sammenstillet i nedenstående tabel.

Tabel 5. Sammenstilling af estimerede reduktionsfaktorer.

Lokalitet	Estimat baseret på målinger #	JAGG med standard luftskifte (0,3 t ⁻¹)	JAGG med målt luftskifte *
Slotsgade	170	230	120
Adelgade	480	980	1.000

Baseret på PCE - resultater (konservativt estimat). * Slotsgade: 0,16 t⁻¹ og Adelgade: 0,31 t⁻¹

Som det fremgår af ovenstående, er der på baggrund af målingerne fra begge lokaliteter opnået en større reduktionsfaktor end den faktor 100 /1/ på trods af, at begge gulvkonstruktioner ikke opfylder betingelserne for anvendelse af en faktor 100 reduktion af poreluftens bidrag til indeklimaet, da der er synlige revner i begge gulve.

På baggrund af standard JAGG-beregninger, kun med lokalitetsspecifikke værdier for bygningens dimensioner (længde, bredde og højde) samt tykkelse af betongulvet, opnås estimater på reduktionsfaktorerne, der er mellem 1,4 og 2 gange højere end de faktiske, baseret på målte data. Med andre ord regner JAGG-modellen i de aktuelle tilfælde ikke på den sikre side; de beregnede indeklimabidrag bliver mindre end de faktiske for PCE. Det bemærkes, at JAGG-modellen ikke er beregnet til anvendelse i denne situation (uarmet beton). Det vurderes dog, at modellen alligevel ofte anvendes til orienterende beregninger på lignende situationer (ifølge /2/ var det jo kun ca. 4 % af betongulvene, der var armerede).

Da de lokalitetsspecifikke luftskifter blev anvendt i JAGG-beregningerne opnåedes for Slotsgade, hvor det faktiske luftskifte kun var ca. halvt så stort som JAGG-modellens standardværdi, rent faktisk en reduktionsfaktor, der var på den sikre side ift. reduktionsfaktoren baseret på målte data. Med andre ord regnede JAGG i dette tilfælde på den sikre side. Det modsatte var dog tilfældet for Adelgade.

I forhold til ovenstående er det væsentligt at bemærke, at hverken forudsætningerne for at benytte en reduktionsfaktor på 100 eller for at benytte JAGG-modellens indeklimamodul er opfyldt. I de aktuelle tilfælde med chlorerede opløsningsmidler kunne det lade sig gøre at benytte indeklima-målinger til at estimere de faktiske reduktionsfaktorer, (hvilket dog var unødvendigt ift. risikovurderingen på de konkrete sager), mens det for sager med f.eks. olieku-brinter forholder sig anderledes kritisk. Der vil man ofte stå med en poreluftkoncentration, og et gulv der ikke kan verificeres at opfylde betingelserne for at anvende en faktor 100 eller JAGG-modellen, og man har brug for et estimat på en realistisk til konservativ reduktionsfaktor.

Eksempler på reduktionsfaktorer fra andre undersøgelser På en tidligere renserilokalitet i Region Nordjylland, er der tale om fire forskellige gulvopbygninger med større eller mindre betontykkelse (10-20 cm) i en ca. 155 m² stor bygning uden kælder. På denne lokalitet er der ved en efterfølgende afrømning af væg-til-væg tæpperne konstateret væsentlige sprækker og revner samt en direkte spredningsmulighed via et gulvafløb nær hot-spot under gulvet, som blev fundet tilstøbt med et tyndt klaplag af beton. Der er her konstateret en reduktionsfaktor for PCE på ca. 760 (13.000 til 17 µg g/m³). Der er ikke datagrundlag for beregning af en reduktionsfaktor for TCE.

På en tidligere renserilokalitet i Region Hovedstaden er der tale om en ca. 75 m² kælder med mange synlige revner i betongulvet (formentlig uarmet) og en del rørgennemføringer, gulvafløb m.v. Betontykkelsen er målt til 10 cm. Her er der konstateret en reduktionsfaktor, baseret på middelværdier for poreluft og indeklima for PCE på ca. 100 (2.500 til 24 µg g/m³). Der er ikke datagrundlag for beregning af en reduktionsfaktor for TCE.

På en anden tidligere renserilokalitet i Region Hovedstaden er der tale om en ca. 190 m² kælder med uarmet betongulv og en del rørgennemføringer, gulvafløb m.v. Her er der konstateret en reduktionsfaktor baseret på middelværdier for poreluft og indeklima for TCE på ca. 520 (1.600 til 3,1 µg g/m³). Der er ikke datagrundlag for beregning af en reduktionsfaktor for PCE.

I ovenstående tilfælde er der således også konstateret reduktionsfaktorer for PCE eller TCE, der er større end eller lig 100 på trods af, at ingen af gulvene opfylder forudsætningerne for anvendelse af en faktor 100 (ingen synlige revner eller sprækker).

Perspektiv

Ovenstående konkrete undersøgelser giver således umiddelbart et andet billede af faktiske reduktionsfaktorer end erfaringerne i /3/ og dermed nogen tryghed ift. anvendelse af en reduktionsfaktor på 100, selvom forudsætningerne om ikke-revne og -sprækkede gulve ikke kan kontrolleres, eller beviseligt ikke er opfyldt. Disse erfaringer stemmer i øvrigt godt overens med DMR's generelle erfaringer.

Som vi ser det, er perspektivet ikke, at der – som på de to grundigt belyste sager – gennemføres sporgasundersøgelser på alle vores indeklimasager fremadrettet for at dokumentere, i hvor høj grad vores almindelige gulve ikke opfylder forudsætningerne for at anvende en faktor 100 eller JAGG-modellens indeklimatemodul. Det er nemlig vores generelle erfaring, at de fleste gulve i en eller anden udstrækning har revner eller sprækker.

Derimod anbefales det, at der laves en opdatering af erfaringsgrundlaget omkring faktiske reduktionsfaktorer

på nyere og veldokumenterede sager med PCE- eller TCE-forureninger i poreluften, og at der på hver sag foretages en ensartet databehandling mht. arealvægtede poreluftkoncentrationer, f.eks. baseret på principperne anvendt i denne artikel.

Det er vores formodning, at en sådan opdatering af erfaringsgrundlaget vil kunne være med til at skabe tryghed ift. anvendelse af en reduktionsfaktor på 100 for ganske almindelige sager, hvor det ikke er praktisk muligt at konstatere, om der er synlige revner eller sprækker i betonen, eller hvor forudsætningerne for anvendelse af JAGG-modellen ikke er til stede. Hvis denne formodning holder stik, vil der også kunne skabes tryghed på oliesager, hvor det ikke er muligt bare at måle indeklimatekoncentrationen pga. risikoen for at kvantificere de interne bidrag frem for poreluftbidraget.

PERSPEKTIV

Referencer:

- /1/ Oprydning på forurenede lokaliteter, hovedrapport og appendikser. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 og 7, 1998.
- /2/ Prioriteringsniveauer for indeklimasager på kortlagte ejendomme. Videncenter for Jordforurening. Teknik og Administration nr. 2, 2010.
- /3/ Indeklimapåvirkning fra forurenede grunde. Modelberegninger og indeklimatemålinger. Videncenter for Jordforurening. Teknik og Administration nr. 1, 2002.
- /4/ Sporgasundersøgelser til fastlæggelse af aktive spredningsveje til indeklimate. Miljøprojekt nr. 1352, 2010.
- /5/ Div. indlæg på ATV workshop "Poreluft og indeklimate – hvordan er de to koblet?". 9. marts 2010.
- /6/ Div. indlæg på ATV temadag "Indeklimata – Erfaringer fra andre fagområder, indtrængningsveje, afværgemetoder". 7. marts 2011.