

Indeklimapåvirkning med PCE fra rensesøj – et konkret eksempel

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

DMR vil i en lille artikelserie her i *Jordforurening.info* sætte fokus på nogle af de problemstillinger, vi tit står overfor i forbindelse med vores risikovurderinger for indeklimaet på forurenede lokaliteter. I denne artikel sætter vi fokus på påvirkningen af indeklimaet med PCE efter ophængning af nyrenset tøj i en ganske almindelig bolig. I langt de fleste indeklimaundersøgelser spørger vi således grundejerne, om de har haft ophængt rensesøj i perioden, men hvor stor er påvirkningen egentlig, og hvor længe kan vi forvente, den varer ved? Her gives et lille konkret eksempel fra hverdagen.

Indledning

I forbindelse med indeklimaundersøgelser på tidligere renserigrunde er det en almindelig, integreret del af undersøgelsesstrategien at udføre en spørgeskemaundersøgelse ift., om beboerne har fået rensesøj for nyligt samt at notere, hvor lang tid der er gået siden de sidst har fået rensesøj /1, 2/. Spørgsmålet er, hvor stor en påvirkning vi kan forvente ift. indeklimapåvirkning fra rensesøj – kan vi f.eks. forvente niveauer over afdampningskriterierne? Og hvor længe kan vi egentlig forvente, at en påvirkning varer ved?

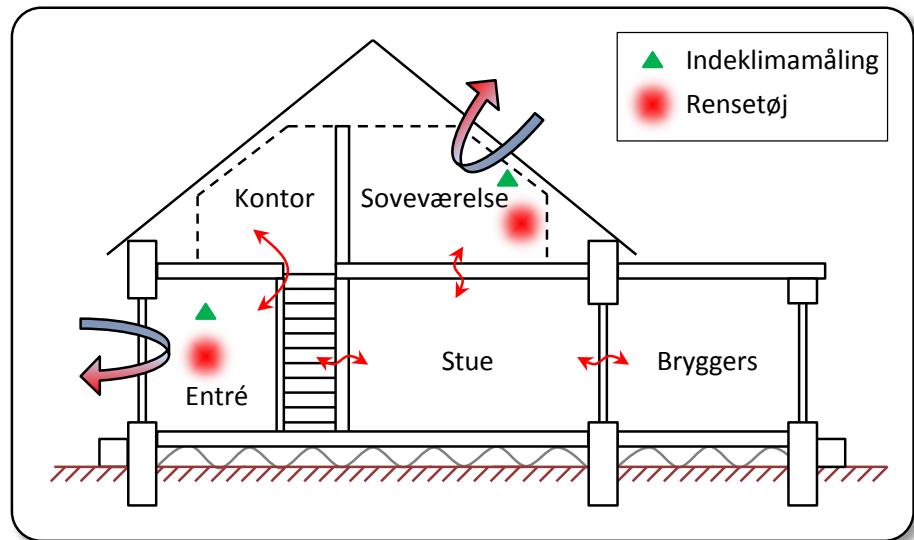
I /1/ er der gennemført nogle meget detaljerede laboratoriestudier og modelsimuleringer af PCE-koncentrationen ved ophængning af forskellige rensede tekstiler i forskellige boligtyper samt trukket paralleller til udenlandske feltstudier gennemført i perioden 1991-2000.

Som bidrag til vores fælles erfaringsdatabase har DMR omkring årsskiftet 2010-2011 gennemført en lille selvfinansieret undersøgelse, hvori det er dokumenteret, hvilken påvirkning der opnås i en konkret ældre bolig, når der ophænges tøj, som er blevet renses på et renseri, der benytter PCE som rensesmiddel. Vi er naturligvis klar over, at der ikke er tale om et datagrundlag, hvorpå der kan udføres en statistisk vurdering af generelt forventede påvirkninger i boliger, men vi synes, undersøgelsen giver en relevant empirisk viden om størrelsesordenen for forventede koncentrationsniveauer, og længden af den periode indeklimaet kan forventes påvirket, ikke baseret på detaljerede laboratoriestudier og modelberegninger anno 2000, men på et lille konkret eksempel fra hverdagen anno 2010.

Boligen

Der er tale om en uforurenet lokalitet med to etagers bolig opført i 1912 (stueplan og 1. sal). Der er 129 m² i stueplan og 40 m² på 1. sal. Ejendommen er hulmursisoleret i begyndelsen af 90'erne, og der er monteret plasticvinduer med udluftningsventiler. Overetagen er sidst renoveret omkring 1980, og den fremstår ikke isoleret efter nutidens standard (ca. 100 mm Rockwool) og virker generelt utæt ved blæsevejre.

De to rum, der er benyttet til denne undersøgelse, er hhv. et soveværelse på 1. sal og en entré med hoveddør. Ejendommens beboere oplyser, at de benytter bryggersdøren i modsat ende af boligen ca. 50 % af tiden. Soveværelset har et volumen på ca. 32 m³, mens entréen har et volumen på ca. 47 m³. Trappen til 1. salen er placeret i entréen, og oven for trappen er en repos med et mindre rum, der benyttes til kontor. Dette rum har et volumen på ca. 16 m³, og der må forventes at være forholdsvis god luftudveksling imellem entré og repos/kontor, jf. figur 1.



Figur 1. Konceptuel model over boligen.

Ejendommens beboere oplyser, at de i perioden for undersøgelsen nok ikke har udluftet helt så meget som anbefalet, måske omkring 5 minutter pr. døgn i gennemsnit (ikke udluftning hver dag) og måske omkring 15 minutter pr. døgn i weekenden, men at der selvfølgelig sker en naturlig luftudskiftning i entréen pga. brugen af hoveddøren.

Undersøgelsen

Til undersøgelsen er der samlet 5 beklædningsgenstande (en frakke, en kort jakke, en sommerkjole, et tørklæde og en uldtrøje), som er sendt til kemisk rensning hos Minutrens. For den pågældende familie svarer denne mængde rensedøj til en slags worst-case situation, der skønsmæssigt forekommer ca. én gang om året. Normalt ophænges rensedøjet efter hjemtagning natten over i garagen, inden det tages ind i boligen, men i denne undersøgelse er rensedøjet ophængt i boligen umiddelbart efter hjemhentning.

Sideløbende med tøjrensningen er der foretaget en base-line måling af indholdet af chlorerede opløsningsmidler med ATD-rør (Cromosorb) i to af boligens rum, hhv. en entré, der benyttes som garderobe, og et soveværelse. Base-line målingerne er foretaget over 14 dage i perioden 27. december 2010 til den 10. januar 2011.

Den 12. januar er rensedøjet afhentet, to dage efter der kom besked om, at tøjet var klar til afhentning, og om eftermiddagen er ca. 1,5 kg nyrenset tøj ophængt på en knage nogenlunde midt i entréen (frakke, kjole og tørklæde), mens ca. 1,2 kg rensedøj er ophængt på en bøjle langs ydervæggen i soveværelset (jakke og trøje).

Morgenen efter, ca. 14 timer efter ophængning af rensedøjet, er der ophængt ét sæt ATD-rør i entréen, ca. 30 cm over rensedøjet (tænkt som worst-case påvirkning i dette rum), samt ét sæt ATD-rør i soveværelset, ca. 15 cm over rensedøjet (igen tænkt som worst-case ift. påvirkningen i dette rum).

I alt er der udtaget 4 sæt indeklimaprøver i de to rum over de næste 47 døgn for at måle påvirkningen fra rensesøjlet over tid. Prøverne er i sidste runde udtaget på ORSA-rør. Opsamlingsperioderne har varieret imellem ca. 6 og 11 døgn. I perioden har rensesøjlet ikke været båret og er ikke blevet flyttet.

Undersøgelsen er foretaget i en realistisk worst-case situation mht. boligudluftning, da den er foretaget i perioden 27. december 2010 til 1. marts 2011. Temperaturen har skønsmæssigt ligget omkring 20-24 °C.

Resultater

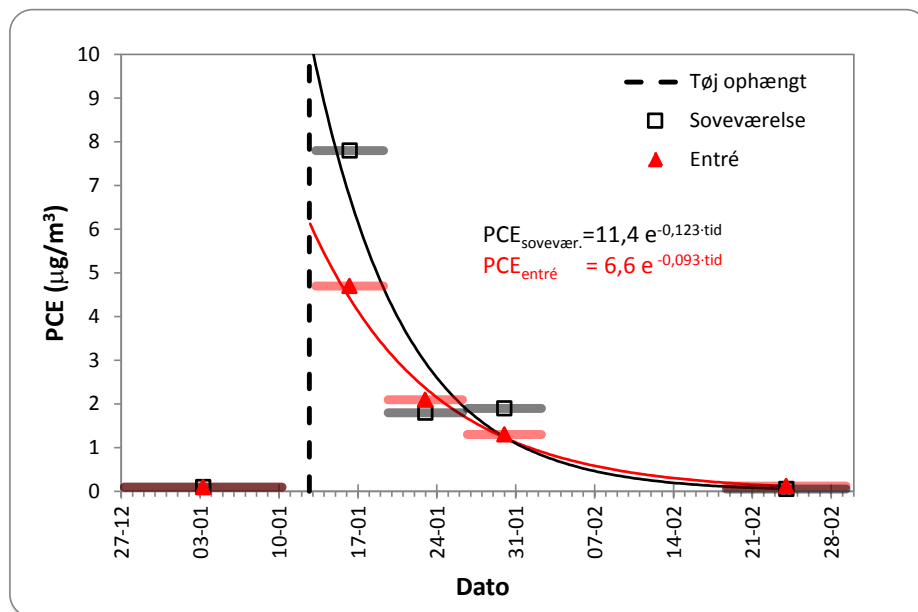
Resultaterne af undersøgelsen fremgår af nedenstående tabel og er endvidere vist grafisk i figur 1 sammen med eksponentielle henfaldskurver fittet til data.

Prøve	Ophængt	Nedtaget	Sovevær.	Entré
Baggrund	27-12-10	10-01-11	<0,2	<0,2
1. runde	13-01-11	19-01-11	7,8	4,7
2. runde	19-01-11	26-01-11	1,8	2,1
3. runde	26-01-11	02-02-11	1,9	1,3
4. runde	18-02-11	01-03-11	<0,11	0,12

Tabel 1. Analyseresultater for PCE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Den opnåede maksimale kildestyrkekoncentration, her givet ved PCE-koncentrationerne opnået i første målerunde, vil generelt være resultatet af en balance imellem restkoncentrationen i det rensede tøj på hjemtagningstidspunktet, den rensede tøjmængde, emissionsraten, opblandingsvoluminet (f.eks. rumvolumen) og luftskiftet i hvert enkelt rum.

Som det fremgår af tabel 1, er de højeste indhold af PCE som forventet konstateret i første analyserunde efter ophængning af rensesøjlet. I første runde er der således konstateret indhold i hhv. entré og soveværelse på ca. 5 og 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 dages middelkoncentrationer), svarende til et niveau lige omkring Miljøstyrelsens afdampningskriterium for PCE på 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 2. Analyseresultater for PCE samt fittede eksponentielle henfald.

Som det fremgår af figur 2 kan der, ved fitning af en eksponentiel henfaldsmodel til analyseresultaterne, estimeres oprindelige kildestyrkekoncentrationer (øjeblikskoncentrationer) på ca. 11 og 7 µg/m³ i hhv. soveværelse og entré. Til sammenligning blev der i /1/ estimeret maksimale koncentrationer på mellem 13 og 33 µg/m³ på baggrund af klimakammermålinger og opstilling af en model for introduktionen af en habit og en vinterfrakke i et velventileret parcelhus (med et luftskifte på 1 h⁻¹). For en lille dårligt ventileret lejlighed (med et luftskifte på 0,4 h⁻¹) blev der med samme rensetekstiler modelleret/estimeret maksimale koncentrationer på 67-220 µg/m³ - altså væsentligt højere end det, der er konstateret i vores lille undersøgelse.

Til sammenligning med ovenstående niveauer er der i udleveringslokalet for rensætøjet, der renses på eksternt renseri, konstateret PCE-niveauer på omkring 100-250 µg/m³ (14-dages målinger med ATD-rør), hvorfor de høje modellerede PCE-koncentrationer fra /1/ (dvs. op mod 200 µg/m³ i en bolig med to stykker rensætøj) forekommer ret høje med det rens-/udleveringsforløb, der har været gældende for den Minutrens, som tøjjet i nærværende undersøgelse har været indleveret til.

Under de givne omstændigheder er der konstateret henfaldsrater i entré og soveværelse på ca. 0,09 og 0,12 d⁻¹ (eller 0,0039-0,0051 h⁻¹), svarende til halveringstider for indeklimakoncentrationen på 5,7-7,4 dage. Disse resultater er lidt mindre, men stemmer umiddelbart godt overens med de klimakammermålinger, der er foretaget i /1/ ved et konstant luftskifte på 0,5 h⁻¹. I /1/ blev der således fundet henfaldsrater på 0,0061-0,0094 h⁻¹, svarende til halveringstider på mellem 3,1 og 4,7 d⁻¹.

Hvis luftskiftet i den aktuelle bolig antages at have været på mellem 0,3 og 1 h⁻¹, hvor 0,3 h⁻¹ svarer til standardværdien i JAGG-modellen, og 1 h⁻¹ svarer til den høje værdi antaget i /1/, kan der beregnes initiale emissionsrater for hhv. soveværelse og entré på mellem 62 og 300 µg PCE/kg rensætøj/time, hvilket er væsentligt mindre end for data fra /1/, hvor der kan estimeres emissionsrater på 1.000-2.200 µg PCE/kg rensætøj/time. Umiddelbart vurderes det, at nyere rensprocesser og 10 års fokus (hhv. år 2000 og 2010) på minimering af mængderne af restkemikalier i det udleverede rensætøj kan have betydning for de tilsyneladende lavere emissionsrater i dette studium ift. /1/.

Sammenfatning

Resultaterne fra nærværende bolig svarer til, at der under de konkrete forhold kan forventes PCE-niveauer på op til en faktor to over Miljøstyrelsens afdampningskriterium umiddelbart efter hjemtagning/ophængning af tøjet, og at der kan forventes overskridelser af afdampningskriteriet i op til ca. en uge efter at rense-tøjet er hentet hjem. På baggrund af undersøgelsen kan der forventes en målbar påvirkning af PCE-koncentrationen i indeklimaet i op til 6-8 uger.

I det konkrete eksempel er der konstateret væsentligt lavere emissionsrater og initiale koncentrationsniveauer, men længere halveringstider, end modelsimuleringerne i /1/ giver anledning til at forvente. Baseret på modelsimuleringerne i /1/, der er udført til maksimalt 21 dage, kan der således forventes overskridelse af afdampningskriteriet i mellem 5 og >21 dage og tilsvarende målbare påvirkninger på mere end 21 dage.

Baseret på vores lille undersøgelse fra omkring årsskiftet 2010/2011 og modelsimuleringerne foretaget ud fra fluxkammermålinger i 2001 kan det konkluderes, at der er god mening i, at vi i forbindelse med vores indeklimateundersøgelser har fokus på, om beboerne har fået renset tøj, måske inden for en periode på op til 3-4 måneder, inden undersøgelsen udføres.

Referencer:

- /1/ Dokumentation af interne og eksterne kilder til tetrachlorethylen i boliger. Miljøprojekt nr. 651, 2001.
- /2/ Indeklimasager – strategier og gode råd til undersøgelserne. Teknik og Administration nr. 2, 2010.