

Litteraturgenomgång

Kemikalier i inomhusmiljön

– källor, halter och hälsoeffekter

Författare: Guihong Cai, Dan Norbäck
Inst. för medicinska vetenskaper/Arbets- och miljömedicin
Uppsala universitet

Bakgrund och syfte

- Folkhälsomyndigheten ska förmedla kunskap till berörda i kommuner, landsting och andra
- Folkhälsomyndigheten ska ge tillsynsvägledning för miljöbalkens regler om inomhusmiljön i bostäder och allmänna lokaler
- Kemikalier emitterade från byggnads- och inredningsmaterial uppmärksammas allt mer som en möjlig hälsorisk
- Finns behov av kunskap och vägledning angående
 - hur exponeringen för kemikalier i inomhusmiljön ser ut
 - hälsoeffekter av denna exponering
- Folkhälsomyndigheten gav Uppsala universitet i uppdrag att sammanfatta den vetenskapliga litteraturen när det gäller hälsoeffekter av exponering för kemikalier i inomhusmiljön

Avgränsningar

- Exponering för kemikalier
 - i vanliga inomhusmiljöer såsom bostäder, vård- och omsorgsboenden, skolor och förskolor
 - som emitteras eller bildas av emissioner från byggnadsmaterial, fast inredning, möbler och annan större inredning
- Kemisk-tekniska produkter inkl. städkemikalier, förbrukningsartiklar, leksaker, TV-apparater m.m. ingår inte
- Alla typer av hälsoutfall ingår (men genomgången avspeglar att litteraturen i stor utsträckning gäller överkänslighet)
- Främst litteratur publicerat fr.o.m. 2005

Översikt: källor, halter, hälsoeffekter

Hälsoutfall	Astma, allergi och “sjuka hus sjukdom (SBS)”	Hormonstörande effekter	Cancer risk
Ämne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formaldehyd 2. Aromatiska kolväten (BTEX) 3. Terpener (α-pinen, limonen) 4. Övriga VOC 5. TVOC 6. Ftalater 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bromerade flamskyddsmedel 2. Fosfororganiska flamskyddsmedel 3. Glykoletrar 4. Ftalater 	<ol style="list-style-type: none"> ① Formaldehyd ② Bensen ③ Pentaklorfenol ④ PDCB (p-diklorbensen/ 1,4-diklorbensen)



UPPSALA
UNIVERSITET

Astma, allergi och ”sjuka hus sjukan”



Formaldehyd---

en vanligt förekommande aldehyd

- **Avges från:** byggmaterial, möbler, konsumentprodukter, bl.a. lim i spånskivor. // Bildas vid förbränningsprocesser (från gasspisar, vid vedeldning, tobaksrökning).
- **Halten:** i allmänhet högre inomhus, i nybyggda, renoverade byggnader, nya möbler. *Ligger 20-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ inomhus i bostäder, men varierar (ej uppmätbara halter till $>200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).*
- **WHO riktvärde:** $<100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under 30min mätperiod.
- **Hälsoeffekter:** i bostäder och skolor---betydelse i utveckling av astma och andra allergiska symtom samt SBS hos barn, skolelever eller gravida kvinnor.
Men: finns studier där inget samband mellan astmasymtom påvisats.

Aromatiska kolväten

- **Källor:** i oljebaserade produkter (organiska lösningsmedel, motorbränslen). **Halten:** i bostäder $41,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Choi et al. 2010).
- **BTEX** (bensen, toluen, etylbensen och xylen): några vanliga aromatiska kolväten. **Källor:** inkluderar infiltration av utomhusluftföroreningar, tobaksrökning, färg, lim och vissa byggmaterial. Den beräknade exponeringen för allmänbefolkningen **för bensen var $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (Hagenbjork-Gustafsson et al. 2014).
- **Hälsoeffekter:** i grundskolor--- mellan BTEX och pipande och väsande andning , astma, hos barn. i bostäder: med rinit, SBS.

Terpener

Vanligt förekommande, för att använder vi mycket trä i byggnader, möbler och inredning.

- **Vanliga terpenener:** α -pinen, delta-karen och d-limonen.
Förekommer i: träprodukter, doftkemikalier, städmedel, diskmedel (α -pinen: finns även i terpentin och i barrträd såsom tall och gran).
- **Hälsoeffekt:** i bostaden---SBS-symtom eller bronkiell hyperreaktivitet, men relativt *få studier* från reella miljöer.
- **Oxideras och bilda ultrafina partiklar:** *men få studier* över potentiella hälsoeffekter av dessa reaktionsprodukter.
Viktigt att beakta möjligheten till sådana kemiska reaktioner när man gör hälsobedömning i innemiljöer.

Övriga VOC 3-1: 2-etyl-1-hexanol

- **Källor:** en högre alkohol som avges från bl.a. plastmaterial (PVC-golv) eller nya datorer. Har en karakteristisk **plastlukt**, ge upphov till luktbesvär.
- **En indikator:** kan bildas genom nedbrytning av golvlimmer eller PVC-golv (under fukt påverkan)--- så använts som en indikator på förhöjda fukthalter i golvkonstruktioner.
- **Hälsoeffekt:** i skolor--SBS och astmatiska symptom.

På sjukhus och kontor ---emission i PVC-golv p.g.a ökad fukthalten och en ökad förekomst av astmasymtom, ögonirritation och halsbesvär.

Övriga VOC 3-2: Texanol---

2,2,4-trimetyl-1,3-pentandiolmonoisobutyrat

- **Källor:** används ofta i vattenbaserade färger.
- **Halten:** i svenska bostäder---två olika varianter av Texanol (A och B) var $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Choi et al. 2010*).
- **Hälsoeffekt:** i skolor---nattlig andfåddhet hos skoleleverna.
Exponering vid kammarförsök: orsakade mild irritation i ögon, näsa och luftvägar hos friska försökspersoner.

Övriga VOC 3-3: TXIB---

2,2,4-trimetyl-1,3-pentandioldiisobutyrat

- **Källor:** används som mjukningsmedel (*i PVC- och polyuretanmaterial, tapeter och konstlädervaror*). Kan bidra till *lukt* inomhus och ge irritationseffekter.
- **Halten:** i bostäder---varierade från 11 till 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (medelvärde), *men 373 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (i en lägenhet: med alla rum målade och 1-årig PVC-golvbeläggning)*.
- **Hälsoeffekt:** *få* epidemiologiska studier, men i en sågs samband med astmabesvär hos skoleleverna (*Kim et al. 2007*).

TVOC

Består av många olika flyktiga organiska ämnen. Tidigare ofta använts som ett mått på luftkvaliteten i icke-industriella miljöer.

- **TVOC-begreppet kritiserats:** Trots det *används fortfarande* i många sammanhang (*förstås för att olika kemiska ämnen har olika irritativa eller toxikologiska egenskaper*).
- **Hälsoeffekt:** i bostäder---mellan astma, atopisk- dermatit och sjukdom i tidig barndom, pipande och väsande andning, näsallergi, ögon- och luftvägs- och SBS-symptom.



Ftalater 2-1: källor och halter

- **Källor:** är en grupp ämnen som bl.a. används *som mjukgörare* i plastmaterial och finns i andra byggmaterial som färg, lim, tätningsmedel och fogmassa. Kan *utsöndras* från materialet och förekommer nästan överallt i miljön.
- **Två kategorier:** låg- (DMP, DEP och DBP) och hög-molekylär (DEHP, DINP, DIDP och BBP) ftalater.
- **Halten:** i skolor och förskolor utgjordes ca 0,5-1 % (vikt) av golvdamm av DEHP (högre än i bostäder och kontor).

Halten i damm i bostäder ($\mu\text{g/g}$)	Dietyl hexyl- (DEHP)	Diisononyl -(DINP)	Bensylbutyl - (BBP)	Dibutyl- (DBP)	Dietyl- (DEP)
Medelvärde	1310	639	319-380	226	31



Ftalater 2-2: hälsoeffekt

- Huvudsaklig exponeringen: sker *genom födoämnen*, men en viss sker genom *inandning*.
- **Hälsosamband:** studier gäller *nästan alla* från dammet i bostaden---har sett bl.a. för rinit, eksem, astma, pipande och väsande andning, allergisk konjunktivit och atopisk dermatit, och lungfunktion.

Indirekta mått på kemisk exponering

Finns också studier som inte har mätt kemikalierna i inomhusmiljön

Exponeringen uppskattas genom att notera förekomst av byggnadsmaterial o.d. som förväntas emittera kemikalier

Renovering

- ”Renovering” kan innefatta olika åtgärder, inkl. målning, nya golv, tapeter, möbler
- Det finns en rad studier, från olika delar av världen, som påvisat samband mellan renovering i bostaden och astma, astmabesvär, rinit, eksem hos både barn och vuxna
- Även renovering under graviditet tycks ha betydelse för luftvägsbesvär hos spädbarnet
- Målning och nya golv (olika material) pekas särskilt ut

(Om) målning inomhus

- 17 % hade målat om i sin bostad senaste året (BETSI)
- 89 % av förskolebarn bodde i bostäder som målats om sedan de fötts
- Ett rad studier har funnit samband mellan invändig målning i bostaden och luftvägssymtom, astmabesvär och huvudvärk
- Fåtalet nyare nordeuropeiska studier inte funnit något samband
- Sammansättningen av målarfärg varierar över tid och mellan länder

PVC – golv och tapeter

- PVC innehåller stor andel (25-30 %) mjukgörare, ofta ftalater
- Avgår under produktens hela livslängd
- Antal kvm med PVC relaterat till halten ftalater i damm, luften inomhus och i urin
- PVC-golv i sovrum: luftvägsbesvär, astma, astmabesvär hos barn
- Totalt få studier om samband mellan PVC i inomhusmiljön och andra hälsoeffekter
- En svensk studie rapporterat om samband mellan autism hos barn och PVC-material i bostaden

Andra effekter:

- 1. Hormonstörande effekter:** t.ex. störning av sköldkörteln, neurologisk utveckling hos barn, påverkan på reproduktionen
- 2. Cancerrisk**

Bromerade flamskyddsmedel 2-1

Använts som tillsats eller reaktiva beståndsdelar för att **öka brandbeständigheten** hos material eller produkter (*textilier, möbelskum eller plast i elektronisk utrustning*).

*PBDE och HBCD halterna		i kontor	i förskolor	i småhus	i lägenheter
Medianvärde av Σ PBDE	i luft (pg/m ³)	14 000	4 000	300	58
	i damm (ng/g)	1200	1200	510	1400
HBCD	i damm (ng/g)	Mellan 45 ~340			

*Polybromerade difenyletrar (PBDE), hexa-bromocyclododekan (HBCD) och tetra-brombisfenol A (TBBPA): **är mest producerade och studerade** globalt, men *relativt få* studier från Sverige).

Bromerade flamskyddsmedel 2-2

Småbarn har högre exponering i damm: för att oftare vistas på golvet och genom sitt hand till mun-beteende.

- **Hormonstörande:** koncentration i serum---lägre koncentration av spermier och endokrina störningar *hos män*; minskad fruktsamhet *hos kvinnor*; sköldkörtelns funktion och neurologisk utveckling *hos barn*.

m.m: i damm från skolan---sämre lungfunktion hos skoleleverna.

- **Restriktioner/kontroller:** p.g.a. av misstänkta dessa hälsoeffekter finns restriktioner för användning av vissa BFR i nya produkter.

Men finns kvar i befintliga produkter.

Fosfororganiska flamskyddsmedel 2-1

Användningen ökar för begränsningarna av vissa bromerade fsk..

- **Koncentrationen:** beror bl.a. på typ och mängd möbler, byggmaterial, byggnadens ålder, ventilation, frekvens av städning.

Medianvärde av ~ i damm från moderns madrass	Kortnamn	ng/g
Tris (2-butoxietyl) fosfat	TBOEP	3 723
Trifenylfosfat	TPHP	631
Meta, meta, para-trikresylfosfat	mmp-TMPP	288
2-ethylhexyldifenylfosfat	EHDPHP	172
Tris (1,3-diklor-2-propyl) fosfat	TDCPP	162
Tris (2-klorisopropyl) fosfat	TCIPP	96
Tris (2-kloretyl) fosfat	TCEP	107

Fosfororganiska flamskyddsmedel 2-2

En utbredd exponering är trolig finns, *få* om potentiella hälsoeffekter.

Ämnet	Hälsoeffekter
Tris (2-butoxietyl) fosfat (TBOEP)	SBS-symtom
Trifenylfosfat (TPHP)	Påverkan på fertilitet; Neurotoxiska effekter; Allergiska sjukdoma
Tris (1,3-diklor-2-propyl) fosfat (TDCPP)	<i>Förändrade hormonnivåer (nedgång i fritt tyroxin och en ökning av prolaktin); Minskad spermakvalitet hos män; Allergiska sjukdoma.</i>
Tris (2-klorisopropyl) fosfat (TCIPP)	<i>Allergiska sjukdoma (astma, allergisk rinit och atopisk dermatit)</i>
Tris (2-kloretyl) fosfat (TCEP)	<i>Neurotoxiska effekter</i>

*Finns studier visade **inget samband** mellan utvecklingen av astma hos barn.*

Ett par till...

- **Glykoletrar:**

-- ***Källor:*** förekommer i olika bygg- och inredningsmaterial; målarfärg, lim och golvpolish.

--***Hälsoeffekt:*** välkända hormonstörare;
Misstänks bidra till allergisk sjukdom.

- **Ftalater:** påverkan på manlig reproduktion (spermiekvalitet).
Men studier över betydelsen av innemiljöexponering vad gäller hormonstörande effekter saknas i stor utsträckning.



Cancerrisk

International Agency for Research on Cancer (IARC) klassificering

CAS No.	Ämnet	Grupp	År
50-00-0	Formaldehyd	1	2012
71-43-2	Bensen	1/2B	2012/1999
87-86-5	Pentaklorfenol (Klorerade VOC)	2B	1999
106-46-7	PDCB: p-diklorbensen/ 1,4-diklorbensen (Klorerade VOC)	2B	1999

Grupp 1: cancerframkallande för människor

Grupp 2B: som en misstänkt cancerframkallande förening för människor

Generellt gäller att det saknas studier om exponering för kemikalier i inomhusmiljön och cancer.



Vad händer nu?

- Folkhälsomyndigheten överväger möjligheterna att tillsynsvägleda om kemikalier i inomhusmiljön
- Riskens storlek, riskens storlek i förhållande till andra källor, försiktighetsprincipen?

(KemI har lämnat förslag om begränsning (inkl. riktvärden) av kemiska emissioner från byggnadsmaterial)