

Stoffers toksikologi og indeklimapåvirkning

Prioriteringsniveauer for indeklimasager på kortlagte ejendomme
Teknik og Administration nr. 2, 2010



Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

Vejledning nr. 5 2006 beskriver principper for fastsættelse af luftkvalitetskriterier (LKK)

- Luftkvalitetskriterier (LKK) angiver **et højt beskyttelsesniveau**, hvor der ikke kan forventes effekt ved udsættelse for stoffet i luften, selv ved eksponering gennem **et helt liv**
- LKK udgør det sundhedsmæssige grundlag for to andre grænseværdier i luft:
 - Afdampningskriterier i relation til afdampning fra forurenede jord og vand
 - B-værdier i relation til emission fra industrier

Vejledning nr. 5, 2006.

"Metoder til fastsættelse af kvalitetskriterier for kemiske stoffer i jord, luft og drikkevand med henblik på at beskytte sundheden".

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

Afdampningskriteriet udtrykker det bidrag, som afdampningen fra jorden maksimalt må udgøre ved påvirkning af indeklimaet eller udeluften.

Der er tale om en *bidrags*-værdi og altså ikke om en *total*-værdi.

Afdampningskriteriet er lig luftkvalitetskriteriet (LKK)

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

Fastsættelse af en LKK

- De kritiske effekter identificeres
- De doser (koncentrationer), hvor de pågældende effekter optræder, identificeres
- De fleste stoffer viser en nedre koncentrationsgrænse, hvorunder der ikke ses effekter - [en tærskelværdi](#)
- Kræftfremkaldende stoffer opdeles i to grupper, enten [med eller uden tærskelværdi](#)

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

De kritiske effekter:

Kræftfremkaldende effekter (mennesker, dyr, tærskelværdi?)

Systemiske effekter (effekter som påvirker forskellige organer i kroppen), f.eks. opløsningsmidler kan påvirke nyrer eller lever. Den samlede dosis væsentligt - ikke stoffets koncentration

CNS effekter (påvirkning af centralnervesystemet, svimmelhed, opkastning) er også systemisk effekter, men afhængig af konc.

Lugt Nogle kemiske stoffer har en meget kraftig lugt, som kan lugtes i koncentrationer mindre end det sundhedsbaserede luftkvalitetskriterium

Lokale effekter (effekter, der optræder lokalt i luftvejene samt direkte effekter på hud og øjne), f.eks. irritation og rødme. Stoffets koncentration i luften vigtigt - ikke den samlede dosis

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

$$LKK = \frac{NOAEL \text{ (LOAEL)} \times f}{UF_I \times UF_{II} \times UF_{III}}$$

NOAEL “**No Observed Adverse Effect Level**”

LOAEL “**Lowest Observed Adverse Effect Level**”

UF_I Mennesker mere følsomme end forsøgsdyr – sættes normalt til **10**

UF_{II} Mere følsomme (f.eks. børn, gravide, ældre, svækkede, kronisk syge) – sættes normalt til **10**

UF_{III} Manglende datakvalitet/relevans – sættes fra **1–100**

f er den brøkdel af TDI, der allokeres til udeluften

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

Eksempel: Tetrachlorethylen (Carc cat. 3 - *nu Carc 2*)

Muligvis kræftfremkaldende, men med en nedre tærskel for effekter

Systemiske effekter på lever hos mus ved lavere eksponeringsniveauer end hvor der forekommer kræftfremkaldende effekter

$$\text{LKK} = \frac{61 (\text{LOAEL}) \times 1,0}{10 \times 10 \times 100} = 0,006 \text{ mg/m}^3$$

Dette betyder, at afdampningskriteriet for PCE (=LKK) er 10.000 gange mindre end det niveau, hvor man har observeret effekter.

Miljøstyrelsen. 2008. Supplement til B-værdivejledning 2008. Miljøprojekt nr.1252.

Afdampningskriterier overskrides! Er det farligt?

Eksempel: Trichlorethylen (Carc cat. 2 - nu Carc 1B) anses for at være kræftfremkaldende hos mennesker

Beregning er baseret på en 10^{-6} livstidsrisiko betyder, at der statistisk set vil opstå 1 kræfttilfælde blandt én million mennesker, som er udsat for stoffet gennem et helt liv, dvs. ca. 70 år

"one-hit" model
for TCE i 1997

$$LV = \frac{W_h \times I_t \times \left(\frac{L_e}{L}\right)^3 \times \frac{D \times t_e}{L_e}}{-\ln\left(\frac{1-P_c}{1-P_s}\right) \times \sqrt[3]{\frac{W_a}{W_h}} \times V_a}$$

W_h : Weight of human in kilograms (normally set at 70 kg).
 I_t : The tolerable lifetime risk (10^{-6}).
 L_e : Actual life span of animal.
 L : Theoretical average life span of animal.
 D : Daily dosage (mg/kg/day).
 t_e : Duration of exposure.
 P_c : Incidence of tumours in the group.
 P_s : Spontaneous incidence of tumours in the control group.
 W_a : Average weight of animals used in the experiment (kg).
 V_a : Amount of air inhaled per day.
 (For an adult human being this is estimated to be 20 m^3).

$$LV = \frac{70 \times 10^{-6} \times (111/78)^3 \times 219 \times 104/111}{-\ln((1-0,16)/(1-0,02)) \times (70/0,03)^{1/3} \times 20}$$

$LV = 0,0010 \text{ mg/m}^3$
 in which
 $D = 810 \text{ mg/m}^3 \times 7/24 \times 5/7 \times 0,039 \text{ m}^3/\text{d} / 0,03 \text{ kg} = 219 \text{ mg/kg/d}$
 $L = 78 \text{ weeks as the average life span of a mouse}$

T25-model
siden 2006

$$TC = \frac{I_t \times [L_e / L]^2 \times [(T25 \times I_e) / L_e]}{0,25}$$

- I_t : Den tolerable livstidsrisiko (10^{-6}).
- L_e : Den aktuelle levetid for dyrene.
- L : Den teoretiske gennemsnitslængde af levetiden for dyrene.
- T25: Beregnet daglig dosis (mg/m^3 i indåndingsluften), der medfører en 25% forøget forekomst af tumorer hos forsøgsdyrene.
- I_e : Eksponeringstid.

810 mg/m^3 medført øget forekomst af lungekræft (8/50) hos mus – LKK 1 $\mu\text{g/m}^3$

De kritiske effekter!

Tabel 7.1

Stof	MST afdampnings- kriterier µg/m ³	MST B-værdier µg/m ³	Kritiske effekter	Klassificering iht kræft	LOAEL µg/m ³	Lugt µg/m ³	AT grænse- værdier µg/m ³
Benzen	0,13	5 (÷T)	Kræft	Carc Cat. 1 <i>Carc 1A</i>	32.000	38.000	1.600 K
Toluen	400	400	CNS /lugt		150.000	1.000- 41.000	94.000
Xylener	100	100	CNS /lugt		60.700	400-16.000	109.000
Ethylbenzen		200	Systemiske effekter (nyrer, lever, lunger) /lugt	(IARC 2b)	59.000	270-10.000	217.000 K
C9-C10 aromater	30	30 L	Lugt		50.000	500	100.000
Naphthalen	40	40 L	Lugt	Carc. Cat.. 3 <i>Carc 2</i> (IARC 2b)	9.300	440	50.000 K
Sum af kulbrinter (totalkulbrinter)	100	200*L 1000** L	CNS /lugt		57.000	500-7.000	

* Aromatholdig terpentin < 25% aromater og <0,1 % benzen

** Mineralsk terpentin < 1% aromater og <0,1 % benzen herunder kulbrinteblandinger til tøjrens

(÷T) Ingen tærskelværdi

K Muligt eller kendt kræftfremkaldende stof

L Lugtbaseret

De kritiske effekter!

(Tabel 7.1)

Stof	MST afdampnings- kriterier µg/m ³	MST B-værdier µg/m ³	Kritiske effekter	Klassificering iht kræft	LOAEL µg/m ³	Lugt µg/m ³	AT grænse- værdier µg/m ³
Tetrachlorethylen	6	10	Systemiske effekter	Carc cat.3 <i>Carc 2</i>	61.000	8.000- 180.000	70.000 K
Trichlorethylen	1	40 (÷T)	Kræft	Carc cat. 2 <i>Carc 1B</i>	270.000	50.000- 150.000	55.000 K
1,1,1- trichlorethan	500	500	Systemiske effekter		1.365.000	543.000- 652.000	275.000
Chloroform	20	20	Systemiske effekter	Carc cat. 3 <i>Carc 2</i>	125.000	420.000	10.000 K
Tetrachlormethan	5	5	Systemiske effekter	Carc cat. 3 <i>Carc 2</i>	6.400 (NOAEL)	600.000	6.300 K
Cis/trans-1,2- Dichlorethylen	400	400	Systemiske effekter		800.000	68.000	790.000
1,1- Dichlorethylen	10	10	Systemiske effekter	Carc cat. 3 <i>Carc 2</i>	100.000 (NOAEL)	2.000.000	8.000
Vinylchlorid	0,04	2 (÷T)	Kræft	Carc cat. 1 <i>Carc 1A</i>	26.000	200.000- 10.000.000	3.000 K

(**÷T**) Ingen tærskelværdi

K Muligt eller kendt kræftfremkaldende stof

De kritiske effekter!

Benzen

Benzen har en lav akut toksicitet

Ved 150 – 1.500 mg/m³ ses påvirkning af centralnervesystemet, som medfører hovedpine, kvalme og opkastning, svimmelhed, beruselse og evt. bevidstløshed.

Flere epidemiologiske undersøgelser har dokumenteret en øget hyppighed af leukæmi ved vedvarende eksponering ved niveauer helt ned til 3,2 mg/m³

Livstidsrisikoen for at få leukæmi er:

10⁻⁶ (én ud af én million mennesker) ved 0,17 µg/m³.

10⁻⁵ (10 ud af én million mennesker) ved 1,7 µg/m³.

LKK = 0,125 µg/m³

De kritiske effekter!

C₉-C₁₀ aromater

Moderat akut toksicitet

Ved 123.000 µg/m³ kan der opstå irritation i øjne og luftveje. Koncentrationsniveauer over 50.000-300.000 µg/m³ påvirker centralnervesystemet og medfører svimmelhed, hovedpine og træthed.

Ved [vedvarende eksponering](#) ved 820.000 µg C₉-aromater/m³ ses systemiske effekter (nyrer og lever) i rotter.

LOAEL - 50.000 µg/m³ forøget hyppighed af hovedpine, svimmelhed og træthed blandt malere (CNS - effekter)

Lugt grænsen er 500 µg/m³

LKK = 30 µg/m³

De kritiske effekter!

Kulbrinter ? (se bort fra BTEX, C₉-C₁₀ aromater som vurderes individuelt)

Lugt er den kritiske effekter i aromatfri terpentin og kulbrinter blanding til renseri.

Ved 600.000 µg/m³ kan der opstå svimmelhed, hovedpine og træthed.

Ved [vedvarende eksponering](#) ved højere konc. ses nedsat intellekt og ved 150.000-240.000 µg /m³ ses påvirkning af CNS med evt. hjerneskader i arbejdsmiljø (malere).

240.000 µg/m³ i arbejdsmiljø kan omsættes til en vedvarende gns. eksponering på 54.000 µg/m³.

Lugtgrænsen for min.terp./kulbrinterbl. er 500 – 7.000 µg/m³

LKK aromat.terp./min. terp /kulbrint.bl. = 200/600/1.000 µg/m³

De kritiske effekter!

Tetrachlorethylen

Lav akut toksicitet

>500.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - irritation af øjne og luftveje

>1.400.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - CNS effekter svimmelhed, hovedpine, kvalme

>7.500.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - beruselse og bevidstløshed

I forsøgsdyr -kræftfremkaldende effekter (leukæmi og leverkræft) ved høje niveauer

Epidemiologiske undersøgelser af erhvervsmæssig påvirkning har indikeret en mulig kræftfremkaldende effekt, men der er en tærskelværdi for effekter ved inhalation

Efter vedvarende (30 dage) eksponering af mus fundet levereffekter, og der er defineret en LOAEL på 61.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

LKK = 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

De kritiske effekter!

Trichlorethylen

Lav akut toksicitet

>270.000 – 540.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ CNS effekter -svimmelhed, hovedpine, kvalme og opkastning

>800.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - irritation af åndedrætsorganerne

Trichlorethylen anses for at være **kræftfremkaldende for mennesker uden tærskelværdi**

LKK = 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Der kan ikke undersøges og afværges omgående på alle lokaliteter!

Konsekvenser ved anvendelse af prioriteringsniveauer

Kræftfremkaldende stoffer

En øget eksponering over måneder eller år vil statistisk set medføre en forøget risiko for udvikling af kræft

Ved eksponering med 50 gange afdampningskriteriet i 5 år vil der statistisk set opstå **3,5 ekstra** kræfttilfælde blandt én million mennesker

Systemiske effekter

En øget eksponering over måneder eller år medføre en reduktion i beskyttelsesniveauet.

Det er ikke sandsynligt at der kan registreres konkrete helbredsskader ved **prioriteringsniveau I – IV**, men risiko for sådanne øges blandt sårbare grupper ved stigende prioriteringsniveauer.

Der kan ikke undersøges og afværges omgående på alle lokaliteter!

Konsekvenser ved anvendelse af prioriteringsniveauer

Lugt/ CNS
effekter

En øget eksponering medfører en reduktion i beskyttelsesniveauet.

Kun konc. i prioriteringsniveau V ligger lavere end de laveste lugtgrænser.

Særligt følsomme personer ved prioriteringsniveauerne I, II, III og IV eventuelt vil kunne fornemme **lugten af de miljøfremmede stoffer eller få de nævnte irritationsgener.**

Vedvarende lugtgener eller andre gener er ikke acceptabel i opholdsrum og bør afhjælpes inde for kortere tid - det er hovedsagelig olieculbrinter, som kan medføre lugtgener.