

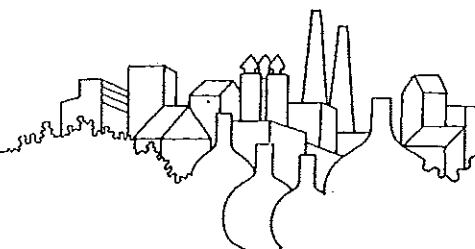
# CHEMTOX MILJØRÅDGIVNING

Consultancy on environment and safe handling of chemicals

## Vurdering af risiko ved anvendelse af Borsyre/Borax til isolering

Jens Haugaard  
Civ.Ing. (kemi)  
CHEMTOX  
Oktober 1995

1



## **Baggrund**

Miljøisolering udvikler og producerer alternative isoleringsmaterialer.

Isoleringsmaterialet udmærker sig ved at være baseret på genbrug og består af cellulosefibre fra overskuds- og returpapir. Isoleringsmaterialet findeles og imprægneres mod brand, råd og svamp samt skadedyr.

Til beskyttelse mod råd og svamp samt skadedyr anvendes en blanding af borsyre/borax.

Miljøstyrelsen har i forbindelse med fastsættelse af kriterier for EU's miljømærke for isoleringsmaterialer anført borsyre/borax som en gruppe, der ikke kan anvendes, til brandbeskyttelse.

Baggrunden er ukendt og har ikke kunnet fremskaffes ved direkte kontakt til Miljøstyrelsen.

Nærværende rapport har således til formål at gennemgå relevant litteratur for at undersøge hvilke parametre Miljøstyrelsen kan have anvendt som baggrund for sin konklusion.

I gennemgangen vil kun den litteratur, der er videnskabelig relevant, blive anvendt, ligesom artiklerne vil blive vurderet i relation til Miljøstyrelsens kriterier for indplacering i fareklasse.

Der søges på baggrund af litteraturen fastsat et acceptabelt dosisniveau for omgang med borsyre/borax, som igen efterfølgende vil blive forsøgt sammenlignet med praktisk anvendelse af isoleringsmaterialet.

## **Identifikation**

Til belysning af risikoen for sundheden er valgt følgende model:

- \* En gennemgang af relevant litteratur, herunder toksikokinetik samt kort og langtidseffekter.
- \* Fastlæggelse af dosis-respons eller aktuelt niveau med laveste dosis, der i dyreforsøg har givet irreversible langtidsskader.
- \* Vurdering af eksponering og optagelse i organismen ud fra praktiske forsøg udført ved:
  - anvendelse af isoleringsmateriale

\* Vurdering af risikoen på baggrund af de foregående trin.

Risikoen for miljøet relateres alene til bortskaffelse og forsøges fastlagt udfra stofgruppens fysisk-kemiske egenskaber samt tilgængelige data i litteraturen omkring nedbrydelighed, mobilitet, akkumulering og giftighed for akvatisk miljø. Påvirkning af miljøet.

### Litteratur

Litteraturen er fremskaffet gennem søgninger i DIMDI og databaserne RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) og HSDB (Hazardous Substances Data Bank) samt ved en generel søgning hos STN i CA (Chemical Abstract).

Litteraturen skelner generelt ikke mellem Borsyre og Borax, men behandler stofferne under ét, idet de toksikologisk anses for at kunne give samme symptomer. Ved fysiologisk pH foreligger praktisk taget alt resorberet borat nemlig som borsyre. Termerne borsyre, borat og borax kan derfor anvendes synonymt i biologisk sammenhæng.

Begge stoffer indgår i Miljøisolerings isoleringsmateriale.

Følgende omregningsfaktorer vil indgå i vurderingen:

1 g borsyre	= 175 mg B = 16,2 mekv.B
1 g Borax	= 113 mg B = 10,5 mekv B
1 g boroxid	= 310 mg B = 28,7 mekv B

### Fysisk-kemisk

Såvel Borsyre som Borax er fysisk-kemisk faste stoffer med lavt damptryk. Begge stoffer er let opløselige i vand. Borax opløst i vand danner borationer, som står i syre-baselige-vægt med borsyre. Opløseligheden falder med stigende upolaritet. N-octanol/vand fordelingskoefficienten er ukendt, men vurderes at være lav på grund af den store opløselighed i vand. Grænseværdien er fastsat til 1 eller 2 mg/m<sup>3</sup> afhængigt af vandindhold.

Toksikokinetikken er beskrevet i flere artikler, hvoraf flere er udført på mennesker. Sammenfattende kan det konkluderes, at borsyre/borax optages hurtigt fra mavetarm-kanalen og moderat gennem læderet hud. Udskillelsen er hurtig og næsten komplet indenfor 96 timer med ca. 93% i urin

og < 1% i fæces. Der er ingen akkumulering i væv.

**Den akutte giftighed** er undersøgt på flere dyrearter samt på mennesker. Ved indtagelse gennem munden er giftigheden lav. Tegn på toksisk påvirkning viste sig som opkastning og diarre efterfulgt af feber, hovedpine, tremor og svaghed.

Optagelse gennem intakt hud er minimal, mens optagelsen gennem læderet hud er lav til moderat. Det er tydeligt at jo mere følsom hud jo større giftighed. Således er der konstateret større påvirkning hos børn end hos voksne.

I en undersøgelse for eksponering af borsyre-støv er 113 arbejdere blevet udsat for stoffet i doser på 4.1 mg/m<sup>3</sup>. Ene-  
ste tegn på påvirkning var irritation i 12.4 % af de eksponerede.

Der er ikke rapporteret om tilfælde af overfølsomhed/allergi i forbindelse med borsyre/borax.

Giftigheden ved **sub-akut** eksponering er undersøgt ved oral eksponering i rotter og hunde. Begge forsøg synes at følge OECD's retningslinier. I studiet med rotter blev 10/sex/gruppe eksponeret til hhv 0, 3.5, 12, 35, 117 og 350 mg/kg lgv i 90 dage. Forsøget viste, at doser til og med 35 mg/kg lgv/dag ikke gav nogen synlige tegn på toksisk påvirkning. De to højeste dosisniveauer gav hurtig respiration, betændte øjne, hovne fødder og afskallet hud. Dyr fra højdosisgruppen blev aflivet efter 3-6 uger. Nekroskopi viste tydelige tegn på toksisk påvirkning i form af lavere lever, nyrer og milt vægt i begge køn samt lavere testes vægt hos hanner respektivt lavere ovarie vægt i hunner.

NOEL: 35 mg/kg lgv/dag

I forsøget med hunde blev anvendt 4/sex/gruppe, og dosisniveauer fra 0, 4, 13.5 og 135 mg/kg lgv/dag. Der var generelt ingen tegn på synlig toksisk påvirkning i nogen af grupperne. Nekroskopi viste ingen effekt i lav dosis. I mellem-dosis fandtes lavere testes vægt forhold, dog ikke signifikant. Samme effekt i høj-dosis plus lavere thyroïd vægt. Histopathologi gav ingen forandringer i lav og mellem-dosis - medens højdosis viste testikulær atrofi i alle han-hunde.

NOEL: 13.5 mg/kg lgv/dag

Giftigheden ved længere tids påvirkning er undersøgt i studier på rotter, mus og på hunde.

I et 2 års oralt kronisk studie på rotter er undersøgt 35 dyr/sex/gruppe, med doserne ca. 5.9, 17.5 og 58.5 mg/kg lgv/dag. Studiet følger ikke OECD's retningslinier bl.a. pga for få dyr, men kan anvendes som supplerende. Forsøget viste ingen tegn på toksisk påvirkning i lav og mellem-dosis. I høj dosis fandtes f.eks svulmende og hovne fødder samt betændte øjne. Nekroskopi gav ingen stof-relaterede effekter i lav og mellem-dosis. Testikelatrofi blev fundet i alle høj-dosis dyr, efter 6 måneder samt efter 1 og 2 år.

NOEL: 17.5 mg/kg lgv/dag

I et tilsvarende kronisk studie, udført på hunde, blev 4 hunde/sex/gruppe eksponeret oralt hhv for 0, 2, 5 og 14 mg/kg lgv/dag. Ingen stofrelaterede effekter blev konstateret i nogen af grupperne mht vægtforøgelse, fødeoptagelse, klinisk kemiske parametre og nekroskopi. Et nyt studie med ca. 47 mg/kg lgv/dag blev derfor udført. Ingen irreversible skader, undtaget testikelatrofi. Studiet blev afsluttet efter 38 uger.

NOEL: 14 mg/kg lgv/dag

I et kronisk/carcinogen/teratogen forsøg udført efter National Toxicology Programme i USA, er 50 mus/køn dagligt eksponeret borsyre i doser på 0, 125 og 250 mg/kg lgv/dag. Tegn på toksisk påvirkning var lavere vægtforøgelse hos både han og hun mus i begge borsyre eksponerede grupper. Signifikant stigning i testikelatrofi blev observeret i gruppen af han-mus, der modtog 250 mg/kg lgv/dag (27/47 mod 3/49 i kontrol, 6/50 i lavdosis). Der fandtes ingen tegn på kræftfremkaldende egenskaber i nogen af grupperne.

NOEL: < 125 mg/kg lgv/dag

I studier for mutationsfremkaldende virkning (ændring i arveanlæg) er der ikke rapporteret om irreversible effekter forårsaget af borsyre/borax.

I studier for påvirkning af reproduktionen foreligger udover ovennævnte fund konkrete undersøgelser i form af ge-

nerationsforsøg og studier for fosterskadende effekter. I et 3-generationsforsøg på rotter, blev 8 hanner og 16 hunner pr. gruppe udsat for hhv ca. 5.9, 17.5 og 58.5 mg/kg lgv/dag. Forsøget viste ingen tegn på reproduktionen, kuld størrelse, vægt eller udseende i lav og mellemdosis. Dog fandtes højere laktationsindex i begge grupper (forholdet mellem det antal dyr, som er holdt op med at amme, og det antal, der stadig ammer). Effekten er ikke stof-relateret. Høj-dosis gav sterilitet.

NOEL: 17.5 mg/kg lgv/dag for både forældre og afkom.

I et studie for fosterskadende effekt på rotter blev han-rotter eksponeret oralt for ca. 33, 67, 133 mg/kg lgv/dag i 30-60 dage. Forsøget viste, at rotter, der modtog 33 mg/kg lgv/dag ikke havde irreversible skader. Modsat mellem og høj-dosis, der gav kraftigt tab i germinale elementer og akkumulering af bor i testes. Testikelatrofi var størst ved højeste dosis. Infertilitet vedvarede i mindst 8 måneder.

NOEL: 33 mg/kg lgv/dag

#### *Aktuelt dosis-niveau*

Sammenfattende om de mange forsøg kan det konkluderes, at borsyre/borax har en lav akut giftighed ved oral indtagelse samt minimal giftighed ved optagelse gennem intakt hud. Giftigheden ved kontakt med huden stiger med læderet hud. I forsøg af kortere og længere varighed er der samstemmende konstateret påvirkning af reproduktionsorganerne hos han-dyr, i form af testikelatrofi.

Der er ikke konstateret andre irreversible skader med Borsyre/borax, ligesom stofferne heller ikke anses for overfølsomhedsfremkaldende, kræftfremkaldende eller med risiko for påvirkning af arveanlæg.

Dosis niveauet for fremkaldelse af testikelatrofi i langtidsstudierne varierer fra lavt til højt, hvilket formentlig skyldes et ønske hos forfatterne om at undersøge effekterne ved doser udover kriterie grænserne. Udover de i denne rapport angivne doser forligger også rapporter med doser på over 250 mg/kg lgv, hvilket er irrelevant for en risikobeskrivelse. Der er således umiddelbart et gråt område, hvis man betragter dyrene respektivt. Omvendt kan med sikkerhed antages at et No-observed-effect-level for påvirkning af reproduktionen udfra langtidsstudierne ligger på 30 mg/kg lgv/dag.

Der foreligger ingen studier for reproduktionsskader ved optagelse gennem huden. Ud fra stoffets fysisk-kemiske egenskaber og hudens opbygning iøvrigt anses dette forhold for irrelevant i forhold til normale eller accidentale kontakter med stofferne.

Nærværende analyse er derfor begrænset til vurdering af risikoen ved oral indtagelse eller ved inhalation.

Det generelle nul-effekt niveau fastsættes således til 30 mg/kg lgv/dag, som er det dosisniveau, hvor risikoen for reproduktionsskader anses for helt ubetydelige. Samtidig indarbejdes en sikkerhedsfaktor på 100 for at tage hensyn til forskelle i følsomhed mellem dyr og mennesker samt mellem enkeltindivider.

Der vælges derfor ADI (*repro*) = 0.30 mg/kg lgv /dag.  
(acceptable daily intake (reproduktion))

Som igen svarer til ca. 0.05 mg/kg lgv/dag B.

#### Praktiske forsøg

Til belysning af risikoen er der udført eksponeringsforsøg ved:

- \* arbejde med isoleringsmateriale; Tømning af sække samt udlægning af isoleringsmateriale.

Der er foretaget 2 stk. personbårne og 1 stk. stationær måling for følgende parametre, med relevans for området:

- \* totalstøv
- \* respirabelt støv

Støvet er efterfølgende blevet analyseret for indhold af bor, målt som boroxid. Målingerne blev foretaget i en simuleret brugssituation ved udlægning af isolering på et loft på ca. 9 x 21 meter hos Miljøisolering. Udlægningen blev foretaget efter samme procedurer, som normalt anvendes. Isoleringsmaterialet blev pustet ud gennem en slange og samtidig vædet med vand via dyse på slangemundstykket. Der blev båret støvmaske under udlægningen.

Som isoleringsmateriale blev anvendt papiruld, der består af findelte papirfibre tilsat aluminiumhydroxid og borsyre/-borax.

Der var ingen mekanisk ventilation på loftet. Temperaturen var ca. 15-18°C. Målingerne blev foretaget i perioder på ca. 1 time. Måletiden var begrænset af processen. Usikker-

heden på analysen er angivet til 15-30%. Analysen er foretaget ved Miljø-Kemi.

Målingerne er udført i henhold til Arbejdstilsynets vejledning om Arbejdshygiejniske målinger 5/1990.

Der er fundet følgende værdier fra de anførte processer:

<u>Proces</u>	<u>resultat mg/m<sup>3</sup></u>
Tømning af sække	Boroxid, som respirabelt: <0.02
	Boroxid som totalstøv: 0,20
Udlægning, personbåren	Boroxid, som respirabelt: 0,16
	Boroxid som totalstøv: >0.86
Stationær, på loft under udlægning	Boroxid, som respirabelt: 0,092
	Boroxid som totalstøv: 0.37

< betyder ikke påvist, dvs mindre end den i forsøget angivne detektionsgrænse.

### *Risiko*

Som det fremgår af ovenstående data, er udlægningen den proces, der giver den største eksponering. De angivne fund er en minimumværdi, idet den støvmængde, der fremkom under processen var så voldsom, at pumpen blev tilstoppet, i sidste halvdel af måleperioden, efter at have kørt i ca. 1 time. Målingen indeholder således et gråt område på ca. 30 minutter, hvor det konkret ikke vides hvornår pumpen er tilstoppet.



I forbindelse med risikobeskrivelsen er således, under hensyntagen til den angivne minimumværdi, anvendt en *hel* arbejdsdag (7,5 timer) som reference, også selvom arbejdet typisk *ikke* vil overstige 2 timer. Denne betragtning er således et udtryk for den værst-tænkelige situation.

Respirations volumen for human er forskellig fra proces til proces. Normalt opereres med værdier fra 4 l/min og opefter, hvor 4 l/min angiver stillesiddende arbejde.

I dette tilfælde antages en relativ let fysisk aktivitet, hvorfor der til de senere beregninger anvendes en respiration på 10 l/min.

Respiration: 10 l/min = 600 l/time = 4,5 m<sup>3</sup>/arbejdsdag,

hvor en arbejdsdag defineres som 7,5 time.

Et resultat på 0.86 mg/m<sup>3</sup> giver således en indtagelse på:

(0.86 x 4,5) mg/dag = 3,87 mg boroxid/dag, hvis samme koncentration kan forventes gennem en hel dag. Omregnet til rent B svarer til ca. 1.2 mg/dag.

Med en gennemsnitlig legemsvægt på 70 kg svarer det til en daglig dosis på:

$$\underline{1,2 / 70 = 0,017 \text{ mg/kg lgv/dag.}}$$

eller en dosis som er 3 gange mindre den dosis, hvor risikoen for reproduktionsskader er helt ubetydelig - dvs en sikkerhedsfaktor på 300.

#### *Påvirkning af miljøet*

Borsyre/borax har en meget lav giftighed overfor akvatiske organismer, og er ikke giftig for bier. Der er ingen metabolisme i dyr, ligesom der i jord og vand ikke er nogen mikrobiel nedbrydning. Stofferne kan indlejres i enkelte lerarter, afhængig af pH og indholdet af jern og aluminium forbindelser i leren. pH 7-9 giver den største adsorption. Persistensen i jord er mindre end 2 år afhængig af regnfald og jordstruktur.

Ved forbrænding af borsyre/borax produkter dannes boroxider, som akut kan give irritation og ved indånding af større mængder opkastning og diarre.

## *Konklusion*

Borsyre/Borax's effekter relation til sundheden ligger i risikoen for reproduktionsskader, og i form af testikelatrofi hos mænd. Der er ikke konstateret andre irreversible skader, ej heller anses stofferne for kræftfremkaldende eller med mulighed for ændring i arveanlæg.

Til belysning af risikoen for arbejde med stofferne i relation til isolering er valgt et dosis niveau, hvor reproduktionsskader anses for ubetydelige. Dette dosis niveau er efterfølgende sammenholdt med praktiske erfaringstal fra tømning og udlægning af isoleringsmateriale. Resultaterne viser, at der ikke er nogen risiko for sundheden ved at anvende borsyre/borax til isolering med den proces, som normalt anvendes. Resultaterne er dog ikke udtømmende idet de beror på alene to målinger. Dog er resultaterne retningsgivende idet producenten forlanger anvendelse af støvmaske under arbejdet, hvilket igen vil give en endnu højere sikkerhedsfaktor.

I relation til miljøet anses borsyre/borax ikke for miljøfarlige, udfra de foreliggende data. Stofferne nedbrydes kemisk, men i relation til en endelig farevurdering mangler data for toksiciteten overfor mikroorganismer i jord.

Jens Haugaard, CHEMTOX, 01/10-95

F\CHEMTOX\KUNDE\MILJØISØRISIKO\BOR-RAP