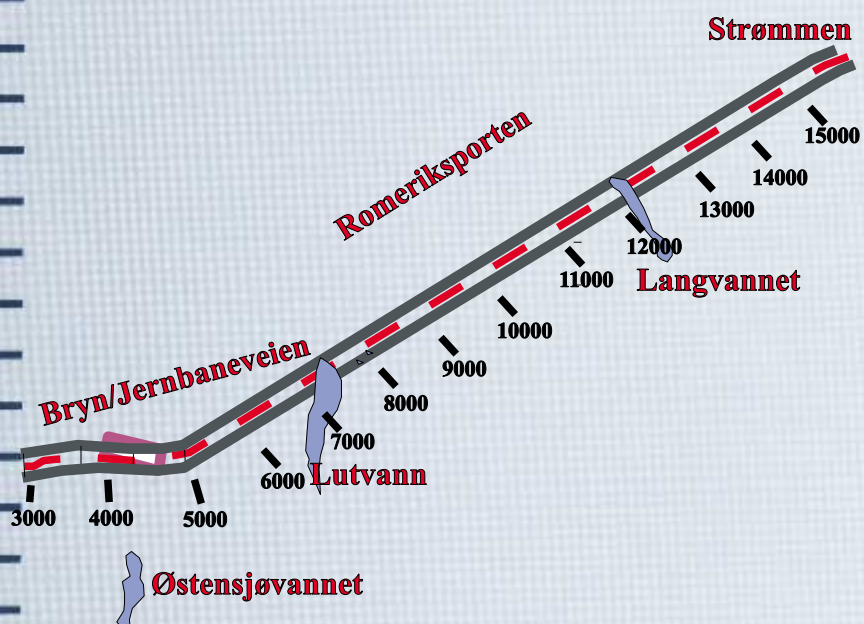




Injeksjonsmidler til tetting av vannlekasjer i anleggsvirksomhet. En vurdering av toksiske stoffer i injeksjonsmidler.

Steinar Øvrebø, Erik Bye, Helge Kjuus, David Ryberg, Vidar Skaug og Syvert Thorud

STAMI-rapport Årg. 1, nr. 4 (2000)



**Injeksjonsmidler til tetting av vannlekkasjer i
anleggsvirksomhet.
En vurdering av toksiske stoffer i
injeksjonsmidler.**

**Et samarbeidsprosjekt mellom Statens arbeidsmiljøinstitutt, Arbeidstilsynet og
Produktregisteret**

Statens arbeidsmiljøinstitutt
Postboks 8149 Dep.
0033 Oslo
Telefon: 23 19 51 00
Telefaks: 23 19 52 00
e-post: stami@stami.no
Hjemmeside: <http://www.stami.no>

Trykk: Nordberg Aksidenstrykkeri AS
ISSN: 1502 – 0932

STAMI-rapportene kan kopieres fritt og viderefremmes uten avgift,
såfremt navn på utgiver og forfatter(e) angis.

Oslo, 2000



Tittel: Injeksjonsmidler til tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet. En vurdering av toksiske stoffer i injeksjonsmidler.

Forfattere: Steinar Øvrebø, Erik Bye, Helge Kjuus, David Ryberg, Vidar Skaug og Syvert Thorud, Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Prosjektansvarlig: Steinar Øvrebø

Dato: 15.08.2000

Serie: *STAMI-rapport Årg. 1, nr. 4 (2000)* **ISSN:**1502-0932

Sammendrag: Denne rapporten ble utarbeidet i 1999 etter anmodning fra Arbeidstilsynet for å gi en oversikt over bruk av injeksjonsmidler for tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet som grunnlag for å vurdere faremomentene ved slikt arbeid. Vurderingen er foretatt i samarbeid med Arbeidstilsynet (AT) ved Sture Engdahl, Ellen Lunde og Turid Løveng og Produktregisteret (PR) ved Toralf Deilhaug. Da innholdet i rapporten kan ha interesse for flere grupper enn Arbeidstilsynet har vi besluttet å trykke utredningen som en STAMI rapport.

Prinsippet bak vanntetting med kjemiske midler er at en injiserer en flytende blanding som stivner (herder) etter at den er injisert i strukturen som skal tettes. Flere av de kjemiske injeksjonsmidlene består av to komponenter som blandes og dermed starter en kjemisk reaksjon som fører til polymerisering. Injeksjonsmidler som er basert på akrylamid, akrylat, epoksy og isocyanat er eksempler på denne typen. Stivning (herding) av sement er også en kjemisk reaksjon, men av en litt annen type.

De injeksjonsmidlene som er vurdert er basert på akrylamid, akrylat, alginat, bitumen, epoksy, formaldehyd, isocyanat, lignin, mikrosegment og silikat samt utvalgte enkeltstoffer benyttet i forbindelse med injeksjonsmidler.

Rapporten inneholder en kort oppsummering for hver stoffgruppe med angivelse av kritiske komponenter og kritisk effekt. Med kritisk komponent menes de stoffene som representerer den antatt største helsefaren. Kritisk effekt betyr den effekten som oppstår ved de laveste dosene med de enkelte stoffene.

Rapporten er stort sett identisk med rapporten utgitt i mars 1999 bortsett fra innledningen og et etterskrift der vi kort omtaler forvaltningsmessige endringer vedrørende injeksjonsmidler.

Stikkord: Tetningsmidler
Akrylamid
Anleggsarbeid
Isocyanat
Toksisitet

Key words: Grouts
Acrylamide
Construction work
Isocyanate
Toxicity

Sammendrag (i den opprinnelige rapporten)

Arbeidstilsynet har anmodet Statens arbeidsmiljøinstitutt om å vurdere helsemessige virkninger ved ulike kjemikalier til tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet. Bakgrunnen var at det savnes toksikologisk informasjon for å vurdere helserisiko ved bruk av kjemiske tetningsmidler.

Det ble nedsatt en arbeidsgruppe som har gjort litteratursøk og systematisert den toksikologiske informasjon for komponentene i de ulike injeksjonsmidlene. Dette danner grunnlaget for en samlet kort beskrivelse av injeksjonsmidlene med utgangspunkt i hovedkomponentene. Akrylamidbaserte injeksjonsmidler er noe mer grundig omtalt enn de andre stoffene fordi disse har vært sentrale i diskusjonen tidligere, og at vi har et stort datagrunnlag for denne gruppen. I denne rapporten presenterer vi toksisitetsdata for injeksjonsmidlene uten innbyrdes rangering.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG (I DEN OPPRINNELIGE RAPPORTEN)	2
INNLEDNING	4
HVA ER KJEMISKE INJEKSJONSMIDLER FOR VANNTETNING.....	5
FORKORTELSER.....	5
AKRYLAMIDBASERTE INJEKSJONSMIDLER	6
AKRYLATBASERTE INJEKSJONSMIDLER	6
ALGINATBASERTE INJEKSJONSMIDLER	6
BITUMENBASERTE INJEKSJONSMIDLER	6
EPOKSYBASERTE INJEKSJONSMIDLER	7
FORMALDEHYDBASERTE INJEKSJONSMIDLER	7
ISOCYANATBASERTE INJEKSJONSMIDLER	7
LIGNINBASERTE INJEKSJONSMIDLER	7
MIKROSEMENTBASERTE INJEKSJONSMIDLER	8
SILIKATBASERTE INJEKSJONSMIDLER	8
ANDRE STOFFER BENYTTET I FORBINDELSE MED INJEKSJONSMIDLER	8
VURDERING AV DATAGRUNNLAGET FOR HELSEFARE	9
VEDLEGG TOKSIKOLOGISK VURDERING AV ENKELTSTOFFER	10
AKRYLAMIDBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	10
Akrylamid Cas-nr. 79-06-1.....	10
N-Metylolakrylamid (NMA) Cas-nr 924-42-5.....	13
Formaldehyd - se under Formaldehydbaserte injeksjonsmidler.....	15
Natriumpersulfat - se under Akrylatbaserte injeksjonsmidler.....	15
AKRYLATBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	15
Akrylsyre Cas-nr. 79-10-7.....	16
Forskrift om liste over farlige stoffer.....	17
2-Hydroksyetylmetakrylat Cas-nr. 868-77-9.....	17
Dimetylaminopropylmetakrylamid Cas-nr.5205-93-6.....	18
Natriumpersulfat Cas-nr. 7775-27-1.....	20
ALGINATBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	21
Natriumalginat - Cas-nr. 9005-38 -3.....	21
BITUMENBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	22
Bitumen - Cas-nr. 8052-42-4.....	22
Nafta (petroleum), hydrogenavsvovlet tung; lavtkokende hydrogenbehandlet nafta - Cas-nr. 64742-82-1..	23
Solvent nafta (petroleum), middels tung alifatisk; direktedestillert (straight-run) kerosin - Cas-nr. 64742-	
88-7.....	24
White spirit - Mulige Cas-nr.8030-30-60, 8032-32-4 og 64742-81-0.....	24
Man made mineral fiber - Cas-nr.	25
EPOKSYBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	25
Bisfenol-A-diglycidyleter - Cas-nr. 1675-54-3.....	26
Trimetylheksametylen diamin - Cas-nr. 25620-58-0.....	27
FORMALDEHYDBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	28

Derivat av melamin - Cas-nr. ukjent.....	28
Formaldehyd - Cas-nr. 50-00-0.....	29
ISOCYANATBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	30
Difenylnmetandiisocyanat MDI Cas-nr. 101-68-8.....	30
Dibutylftalat Cas-nr. 84-74-2.....	32
Propylenkarbonat Cas-nr. 108-32-7.....	33
Di-n-butyl maleat Cas-nr. 105-76-0.....	34
Oxiran, metyl-, polymer med oxiran, eter med 1,2,3-propantriol (3:1) Cas-nr. 9082-00-2.....	34
Armeen DM 16D Cas-nr. 112-69-6.....	34
LIGNINBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	34
Ligniner Cas-nr. 8068-00-6 og Lignosulfonater Cas-nr. 8062-15-5.....	35
MIKROSEMENTBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	35
Portland Cement - Cas-nr. 65997-15-1.....	36
Kalsiumoksid – Cas-nr. 1305-78-8.....	37
Tilsetningsstoff til sement: Kalsiumhydroksid Cas-nr 1305-62-0.....	37
Aluminasement – Cas-nr. 65997-16-2.....	38
SILIKATBASERTE INJEKSJONSMIDLER.....	38
Natriumsilikat - Cas-nr. 1344-09-8.....	38
Kaliumsilikat - Cas-nr. 1312-76-1.....	38
ETTERSKRIFT.....	40
FORBUD.....	40
PROSJEKTER VED STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT.....	40
ANDRE RAPPORTER.....	40

Innledning

Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) ble av Arbeidstilsynet (AT) 08.12.1998 bedt om å vurdere helsefare ved bruk av injeksjonsmidler til tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet. Bakgrunnen for henvendelsen var Statens forurensingstilsyn (SFT) sitt forslag til forbud mot bruk av akrylamid til tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet.

Det ble nedsatt en arbeidsgruppe på STAMI bestående av Erik Bye, Helge Kjuus, David Ryberg, Vidar Skaug, Syvert Thorud og Steinar Øvrebø for å gi en vurdering av helsefaren ved bruk av slike injeksjonsmidler. Vurderingen er foretatt i samarbeid med Arbeidstilsynet (AT) ved Sture Engdahl, Ellen Lunde og Turid Løveng og Toralf Deilhaug ved Produktregisteret (PR).

Flere av de vurderte injeksjonsmidlene har vide bruksområder. Vi er kjent med at akrylamid er benyttet i utlandet til å stabilisere blant annet jordmasser. De vurderte injeksjonsmidlene anvendes til tetting av betong og fjell mot vanninntrengning, men har sannsynligvis også andre bruksområder. Gruppen har ikke vurdert de øvrige bruksområdene da de etter gruppens mening faller utenfor det bruksområdet som omfattes av forbudet som er foreslått. Vi har imidlertid tatt med bitumen og formaldehydbaserte vanntetningsmidler i rapporten som tilsettes og/eller smøres på betong. Dette er bare to grupper stoffer av svært mange som tilsettes betong for å gjøre denne vannfast.

AT og PR har stått for innsamling av data vedrørende aktuelle injeksjonsmidler og materialstrømanalyse av disse. Et viktig ledd i en totalvurdering av injeksjonsmidler er vurderingen av de tekniske egenskapene til de enkelte injeksjonsmidlene. Statens arbeidsmiljøinstitutt har ikke fagkompetanse til en slik vurdering. Ved valg av injeksjonsmidler har vi benyttet HMS datablad og tatt med de stoffene som er omtalt i rapporten «Injeksjonsmidler i fjell», HD 875/82 (Erik Bye og Kåre Lenvik, STAMI.)

Denne rapporten omhandler i hovedsak en vurdering av de ulike injeksjonsmidlers helsefare uten at vi på dette grunnlag kan uttale oss mer om risiko ved bruk i bransjen siden vi ikke kjenner godt nok til de tekniske bruksegenskaper, anvendbarhet, eksponeringsnivå og hvor mange som er eksponert. Vi har derfor heller ikke grunnlag for å rangere disse

produktene i forhold til hverandre i en konsekvensvurdering ved bruk av disse som erstatningsstoffer dersom det kommer varig forbud mot akrylamid.

Rapporten er delt i en generell del med vurdering av injeksjonsmidler etter type med en kort oppsummering av stoffene som finnes i blandingen og en detaljert del med en kort helsefarevurdering der vi oppgir antatt kritisk komponent og kritisk effekt. Med kritisk komponent mener vi den komponenten som vi antar representerer den største helserisikoen. Kritisk effekt betyr den eller de effektene som opptrer ved de laveste konsentrasjonene for stoffet, i tillegg vurderes separat kreftfremkallende effekt, arvestoffskadelig effekt, sensibiliserende effekt og reproduksjonstoksisk effekt.

Vi har ikke foretatt noen grundig undersøkelse av hvilke stoffer som har størst anvendelse internasjonalt, men kan nevne at 21st Annual Short Course on Fundamentals of Grouting, arrangert av University of Florida (september 1999) hadde et foredrag: «Chemical Grout Materials, Silicates, Acrylamides, Acrylates, Urethanes, Epoxies».

I en vurdering av forbud mot stoffer ville det vært ønskelig med en konsekvensanalyse. Denne rapport kan sees på som et delgrunnlag for en senere konsekvensanalyse. Rapporten er skrevet på grunnlag av åpne kilder, blant annet basert på HMS datablad fra produsenter.

Hva er kjemiske injeksjonsmidler for vanntetting

Prinsippet bak vanntetting med kjemiske midler er at en tilsetter en flytende blanding som stivner (herder) etter at den er injisert i strukturen som skal tettes. Flere av de kjemiske injeksjonsmidlene består av to komponenter som blandes og dermed starter en kjemisk reaksjon som fører til polymerisering. Injeksjonsmidler basert på akrylamid, akrylat, epoksy og isocyanat er eksempler på denne typen. Stivning (herding) av sement er også en kjemisk reaksjon, men av en litt annen type.

Forkortelser

ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

ADI - Acceptable Daily Intake.

FIKS - AT og SFTs faggruppe for identifisering av kreftfremkallende stoffer.

K1 - Høypotente karsinogener

K2 - Middelspotente karsinogener

K3 - Lavpotente karsinogener

LC₅₀ - Letal konsentrasjon 50 - Konsentrasjonen som fører til at 50 % av de eksponerte dyrene dør.

LD₅₀ - Letal dose (mengde stoff) 50 – Dosen som fører til at 50 % av de eksponerte dyrene dør.

LOAEL - Lowest Observed Adverse Effect Level.

LOEL - Lowest Observed Effect Level.

NIOSH REL - National Institute of Occupational Safety and Health Recommended Exposure Level.

NOAEL - No Adverse Effect Level.

NOEL - No Observed Effect Level.

NTP - National Toxicology Program.

OEL - Occupational Exposure Limit.

OSHA PEL - Occupational Safety and Health Administration Permissible Exposure Level.

RTECS - Database over kjemiske stoffer med toksisitetsdata laget av National Institute of Occupational Safety and Health i samarbeid med Canadian Centre for Occupational Health and Safety.

TD_x - Den dosen som inducerer svulster hos x % av dyrene.

Akrylamidbaserte injeksjonsmidler

Disse injeksjonsmidlene har akrylamid som monomer for polymerisering. Mest kjent i dag er akrylamid og metylolakrylamid, men andre monomerer kan benyttes. I tillegg til monomer benyttes en kryssbindende dimer av typen bis akrylamid og initiator som natriumpersulfat. I noen produkter benyttes også silikater og dimetylestere. I metylolakrylamidbaserte injeksjonsmidler vil en finne både formaldehyd og akrylamid.

Kritiske komponenter

I disse injeksjonsmidlene finnes akrylamid, N-metylolakrylamid (NMA) og formaldehyd i så store mengder at det er rimelig å se på disse som kritiske komponenter.

Kritiske effekter

Akrylamid og formaldehyd er kreftfremkallende og begge er klassifisert som kreftfremkallende i Norge, henholdsvis K1 og K3. I tillegg er akrylamid og NMA nevrotoksisk og hudirriterende. Formaldehyd kan føre til allergi.

Akrylatbaserte injeksjonsmidler

Det finnes flere typer polymerer med akrylsyre og derivater som monomer. Eksempler er metylakrylat, etylakrylat, butylakrylat og 2-hydroksyetyl-metakrylat. En injeksjonsblanding basert på 2-hydroksyetyl metakrylat som monomer har vært benyttet til tunneltetting. Typiske kjemikalier i akrylatbaserte injeksjonsmidler består av akrylsyre, 2-hydroksyetyl metakrylat, dimetylaminopropylmetakrylamid og natriumpersulfat.

Kritiske komponenter

Akrylsyre står på administrativ normliste med grense 30 mg/m^3 og persulfater med norm 2 mg/m^3 .

Kritiske effekter

Akrylsyre er irriterende og natriumpersulfat er etsende.

Alginatbaserte injeksjonsmidler

Ikke brukt til det aktuelle tetningsformål frem til i dag og vurderes derfor ikke. Industrien mener at dette er et aktuelt produkt til spesielle formål innen vanntetting av fjell, men det har ikke blitt prøvet i felt, bare i laboratorieforsøk. Helsefare knyttet til bruk av slike produkter er antatt å være lav.

Kritiske komponenter Ikke spesifikt vurdert

Kritiske effekter Ikke spesifikt vurdert

Bitumenbaserte injeksjonsmidler

Bitumen og tjærebaserte tetningsmidler brukes til tetning i forbindelse med betong. Bitumen er benyttet sammen med petroleumsdestilat eller white spirit (< 20% aromater). Glassfiber eller mineralfibrer (MMMF) blir i noen tilfeller tilsatt.

Kritiske komponenter

Bitumen, nafta (petroleum) og MMMF forekommer i disse produktene.

Kritiske effekter

Bitumen er klassifisert som kreftfremkallende i Norge (K3). Virker irriterende på øynene og luftveiene. Nafta (petroleum) er klassifisert som kreftfremkallende i Norge (K2). Kan gi lungeskade ved svelging. Noen MMMF fibrer ser ut til å ha kreftfremkallende effekt.

Epoksybaserte injeksjonsmidler

Epoksy er blitt benyttet til injeksjon i betong og fjell. Injeksjonsmidler på basis av Bisfenol A/F med en alifatisk diamin er benyttet. Ved blanding av for eksempel bisfenol A og bisfenol F sammen med epiklorhydrin får en dannet diglycidyleter av Bisfenol. Denne blandingen som har eget Cas nr (1675-54-3 for Bisfenol A) blandes med herder som er aminer som for eksempel trimetylheksametylen diamin.

Kritisk komponent

Diglycidyleter av Bisfenol A. (Se også epiklorhydrin under vedlegget)

Kritiske effekter

Kan føre til allergi på hud. Irriterende for øynene.

Formaldehydbaserte injeksjonsmidler

Det foreligger et tetningsstoff på det norske markedet bestående av modifisert melamin/formaldehydkondensat. Basert på datablad har stoffblandingen lav toksisitet og det er ikke kjent om det foreligger fritt formaldehyd. Dersom det foreligger fritt formaldehyd i produktet må formaldehyd betraktes som den kritiske komponenten til injeksjonsstoffet.

Kritisk komponenter

Formaldehyd om dette er fritt i produktet.

Kritiske effekter

Formaldehyd er klassifisert som kreftfremkallende i Norge (K3). Kan gi allergi ved hudkontakt.

Isocyanatbaserte injeksjonsmidler

Isocyanater er en stor gruppe monomerer som brukes til å lage polyuretanpolymerer. Vi har bare sett datablad der en benytter difenylmetan-diisocyanat (MDI) som monomer og varierende løsemidler, blant annet dibutylftalat. Injeksjonsmidlene foreligger med ulik grad av prepolymerisert isocyanat. Høy grad av prepolymerisering vil redusere eksponeringen for fri monomer. MDI-baserte produkter antas å ha lavest toksisitet. I en håndbok¹ om injeksjon er monomerene toluen-2,4-diisocyanat (TDI), heksametylen-1,6-diisocyanat (HDI), 3-isocyanatometyl-3,5,5-trimetylsykloheksylisocyanat (IPDI) oppført i tillegg til MDI, men MDI anbefales. Vi har bare spesifikt vurdert MDI i denne rapporten, men de andre monomerene har lignende effekter, men ulik flyktighet. Spaltningsproduktet fra TDI i vann (4-metyl-*m*-fenylendiamin; 2,4-diaminotoluen) er klassifisert som kreftfremkallende (K2).

Kritiske komponenter

MDI og di-*n*-butylftalat

Kritiske effekter: MDI kan føre til allergiske reaksjoner ved innånding og hudkontakt. Di-*n*-butylftalat har vist reproduksjonstoksiske effekter i dyreforsøk.

Ligninbaserte injeksjonsmidler

Lignin er benyttet som injeksjonsmidler sammen med akrylamid- eller akrylat-polymerer. Ligniner kommer fra tre og planter. Kommersielle produkter har vanligvis gjennomgått kjemisk behandling med sulfit (gir lignosulfonat), sulfat, alkali eller organiske løsemidler.

¹ Fjellinjeksjon. Praktisk veiledning i valg av tettestrategi og injeksjonsopplegg. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, Håndbok nr.1. (Trykkeår ikke oppgitt, men boken er utgitt 1992 eller senere).

Kritisk komponent

Ingen data

Kritiske effekter

Ingen data

Mikrosementbaserte injeksjonsmidler

Sement benyttes til injeksjon i fjell og betong. Det benyttes også i stor grad til stabilisering av jord, stein og fyllmasser. Viktige sementtyper er Portland Cement og kalsiumoksid. I tillegg benyttes aluminasement. Portland Cement består av ulike mengder forskjellige basiske oksider. Det forutsettes at silikatmaterialet inneholder < 1% kvarts (krystallinsk silika). Bruksmåten (herding) er tilsvarende vanlig bruk av sement. Mikrosegment omfatter Portland Cement med partikler < 40-50 µm. Sement kan inneholde små mengder krom.

Kritiske komponenter

Sement, Cr(VI) – 6-verdig krom skal være redusert til 3-verdig, men en kan ikke se bort fra rester.

Kritiske effekter

Irriterende på øynene, hud og slimhinner. Cr(VI) er kreftfremkallende (K1) og kan forårsake hudallergi, men mengdene i sement antas å være svært lave.

Silikatbaserte injeksjonsmidler

Silikater, i form av forskjellige vannglassprodukter benyttes til injeksjon i fjell. Stoffet er basert på enten Na- eller K-silikater, og tilsettes små mengder etanol som hjelpereagens for polymerisering. Herved dannes en gel som er det tettende materialet. Fra tidligere (HD 875/82, STAMI) er vi kjent med at organiske estere også er benyttet som *initiator*. Det foreligger imidlertid ingen dokumentasjon på bruk av estere i forbindelse med denne vurderingen. Imidlertid foreligger det dokumentasjon på at silikater og estere inngår som reagenser i forbindelse med bruk av akrylamid (se dette).

De helseskadelige effekter for de ulike silikatene er så like at de blir behandlet samlet her. Der det er nødvendig er informasjonen spesifisert for det enkelte stoff.

Kritiske komponenter

Natrium og Kaliumsilikat

Kritiske effekter

Irriterende på øynene, hud og slimhinner

Andre stoffer benyttet i forbindelse med injeksjonsmidler

Aluminiumsaltløsning er benyttet i et produkt. Helserisikoen med stoffet er ikke vurdert. Det antas å ha lav helserisiko.

Kritisk komponent Ingen data

Kritisk effekt Ingen data

Bentonitt er benyttet som tilsetningsstoff i injeksjonsmidler. Ikke spesifikt vurdert, men antas å ha lav helserisiko.

Kritisk komponent Ingen data

Kritisk effekt Ingen data

Silikastøv tilsettes sement for å bedre fasthet og bestandighet. Støvet er finpartikulært og dermed respirabelt.

Kritisk komponent Amorft silikastøv.

Kritiske effekt Ikke varig effekt på lungene

Vurdering av datagrunnlaget for helsefare

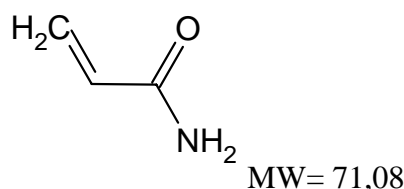
Akrylamidbaserte injeksjonsmidler er noe mer grundig omtalt enn de andre stoffene blant annet på grunn av at de har vært sentralt i diskusjonen tidligere og at vi har et stort datagrunnlag for denne gruppen.

Vedlegg Toksikologisk vurdering av enkeltstoffer

Akrylamidbaserte injeksjonsmidler

Disse injeksjonsmidlene har akrylamid som monomer for polymerisering. Mest kjent i dag er akrylamid og metylolakrylamid, men andre monomerer kan benyttes. I tillegg til monomer benyttes en kryssbindende dimer av typen bis akrylamid og initiator som natriumpersulfat. I noen produkter benyttes også silika og dimetylestere. I metylolakrylamidbaserte injeksjonsmidler vil en finne både formaldehyd og akrylamid.

Akrylamid Cas-nr. 79-06-1



Synonymer

2-propenamid, propenamid, akrylsyreamid, vinyl amid.

Kjemiske og fysiske egenskaper

- Fargeløse eller hvite, luktfrie plateformede krystaller.
- Kokepunkt: 125 °C ved 25 mm Hg
- Smeltepunkt: 84-85°C
- Spes.vekt: 1,122 g/cm³
- Løselighet: Meget løselig i vann, kloroform, etanol, aceton. Uløselig i heptan.
- Kjemiske reaksjoner: Stabil ved romtemperatur, men polymeriserer ved smelting eller eksponering for UV-lys.

Bruksområder

Akrylamid er en kjemisk forbindelse, en monomer, som hovedsakelig brukes som råstoff for produksjon av polyakrylamid

Forbruk

Årlig forbruk i Norge har variert fra 0,1 til 2,6 tonn.

Dannelse av polyakrylamid

Polyakrylamid er en polymer med mange anvendelsesområder, blant annet som tetningsmiddel i fjelltunneler. Polyakrylamider brukes i fellingsmidler i behandling av drikkevann og avfallsvann i vannverk. De brukes til å øke vannviskositeten i oljereservoarer og i boreslam. Videre brukes polyakrylamider i laboratorievirksomhet, i produksjon av papir, såpe og kosmetikk, samt i vannbaserte malinger og i bomullsstoffer. Under produksjon av polyakrylamid blandes akrylamid monomeren sammen med en initiator og blandingen

polymeriserer. Monomerene danner et nettverk og den polymeriserte blandingen blir en masse som i ren form kan minne om gelatin. Som polymer har disse stoffene lav giftighet, men det vil alltid bli noe upolymerisert monomer igjen i massen. Monomerinnhold mellom 0,1 og 1% i ferdige produkter er ikke uvanlig. Den polymere form brukes til mange formål, mens monomeren brukes i blandinger ved tetningsarbeid i fjell.

Akrylamidholdige tetningsmidler i fjelltunneler.

Akrylamidholdige tetningsmidler ble introdusert på 1950-tallet. P.g.a. lav pris og gode tekniske egenskaper fikk de en stor utbredelse. USA stoppet egen produksjon av slike stoffer på 70-tallet p.g.a. potensiell helseisriko knyttet til akrylamid. Stoffene ble imidlertid importert og i 1989 var 43% av injeksjonsmidler i USA akrylamidholdige.

Akrylamidholdige tetningsmidler har vært i bruk i Norge siden 1960-tallet. Tidligere ble det benyttet produkter basert primært på akrylamid (AM-9, Gelacryl), mens en fra midt på 1970-tallet begynte med stoffer som i større grad baserte seg på akrylamidderivater, som var antatt å være mindre toksiske.

Tetningsstoffet Rhoca-Gil (Siprogel) som har vært det vanligst benyttete stoffet i Norge de siste 20 år, består av to løsninger. Den ene løsningen (Rhoca-Gil 110/25 Solution 1) inneholder N-metylolakrylamid, NMA (30-60%), akrylamid (2.5-5%) og formaldehyd (0,7-1.3%). Den andre løsningen (Rhoca-Gil 110/25 Solution 2) inneholder en natriumsilikatløsning. I tillegg brukes akselrator ACS som inneholder en uspesifisert blanding av estere av tobasiske syrer og aminderivater. Natriumsilikat er ikke funnet å være miljø- eller helsefarlig. Løsningene blandes og dermed starter polymerdannelsen og blandingen injiseres før den "stivner" i fjellstrukturen. Monomerinnholdet etter polymeriseringen er oppgitt til å være mindre enn 0,05% fri akrylamid. Eksperimentelt er det påvist 1% fri akrylamid 3 timer etter injeksjon, og 0,04% 7 dager etter.

Eksponering for akrylamid og akrylamidderivater kan forekomme både ved kontakt med løsninger før polymerisering, under polymerisering og ved eksponering for restmonomer som frigøres fra polymeren. Ved blanding av de to løsninger kan pH forandres på en slik måte at NMA omdannes til akrylamid. Eksponering for blandet, men ikke polymerisert produkt vil dermed kunne føre til eksponering for høyere konsentrasjoner av akrylamid enn antatt, basert på konsentrasjonen i utgangsløsningene.

Eksponeringsdata, forbruk, antall personer, måleverdier.

Basert på opplysninger fra bransjen, ble det i Norge i perioden 1982 -1996 anslagsvis benyttet ca. 1300 tonn Rhoca-Gil/Siprogel (løsning 1+2), dvs. ca. 80 tonn pr. år. I Romeriksporten ble det benyttet 340 tonn Rhoca-Gil i perioden september 1995 til august 1997. I Hallandsåsen i Sverige ble det til sammenlikning i løpet av august-september 1997 benyttet 1300 tonn. I Danmark ble det benyttet 1.5 tonn i 1997, og i England anslagsvis 4-12 tonn pr. år frem til 1998.

Yrkeshygieniske målinger av akrylamid i arbeidsmiljøet refererer seg i alt vesentlig til monomer/polymerproduksjon, der det fra USA har vært rapportert verdier i området 0,01 - 0,07 mg/m³. I en kinesisk bedrift ble det i 1991 målt verdier i området 1 og 3 mg/m³ for henholdsvis monomer syntese og polymerisering. De eneste målingene vi er kjent med i forbindelse med Rhoca-Gil injeksjon, ble gjort med personlig prøvetaking av bedriftshelsetjenesten i AB Previa i Hallandsåsen i august/september 1997. Tre slike prøver over 3 timers prøvetaking viste henholdsvis 0,27, 0,34 og 0,05 mg/m³ for summen av

akrylamid/NMA . Fornyet prøvetaking samme dag som anleggsarbeidet ble stoppet, viste 0,04 og 0,05 mg/m³ av akrylamid, og 0,06 og 0,04 mg/m³ for NMA. Dersom andelen akrylamid av total akrylamid/NMA har vært konstant over tid, antyder dette ca. 0,15 mg/m³ akrylamid i innåndingssonen for tunnelarbeiderne. Dette antatt gjennomsnittlige luftnivå over tid har vært beregnet å tilsvare et hemoglobin adduktnivå av akrylamid på 0,25 nmol/g globin, eller 0,35 nmol/g globin for røykere inklusive bakgrunnsnivå. Blant 232 tunellarbeidere i Hallandsåsen hadde 76 verdier over 0,30 nmol/ g globin, og 40 over 1 nmol/g globin. Dette kan antyde hudopptak som en vesentlig opptaksvei for injeksjons/tunnelarbeidere som har jobbet med akrylamidholdige tetningsstoffer. Hvorvidt situasjonen i Hallandsåsen kan sies å ha vært representativ for ordinært injeksjonsarbeid i tunneler uten spesielle driftsproblemer er imidlertid et åpent spørsmål.

Oppsummering av toksiske effekter

Akrylamid er et toksisk stoff som hos mennesket først og fremst gir effekter på hud og nervesystem. I dyreforsøk er det vist å være kreftfremkallende, og ha reproduksjonsskadelige effekter. Basert på dyreforsøk har laveste effektnivåer (LOEL) og nulleffektnivåer (NOEL) blitt forslått for visse effekter, som videre har vært lagt til grunn for anbefalinger om høyeste akseptable daglige inntak (ADI) for mennesker. NMA gir opphav til tilsvarende effekter som for akrylamid i dyreforsøk, men ved høyere doser.

Nevrotoksiske effekter.

I nervesystemet forårsaker akrylamid skader både i det sentrale og det perifere nervesystem. Fra det sentrale nervesystemet er det beskrevet symptomer som tretthet, svimmelhet, ustøhet, og fra det perifere nervesystem muskelsvakhet, samt stikninger og nummenhet i hender og føtter. Det er også rapportert plager fra det autonome nervesystem (vannlatningsplager, treg mage, svettendens og rødhet i hender og føtter). Ved alvorligere tilfelle er det beskrevet forvirring, hukommelsestap, og hallusinasjoner. Milde former for akrylamid-relatert nerveskade er rapportert å normaliseres etter noen måneder, mens alvorligere tilfelle har gitt plager flere år etter opphørt eksponering. De første tilfellene av akrylamidforgiftning hos mennesket ble rapportert i 1957 i forbindelse med produksjon av akrylamid fra akrylnitril. Senere rapporter har i alt vesentlig vært knyttet til primær produksjon av akrylamid eller produksjon av polyakrylamid. Enkelttilfelle av akrylamidforgiftning i forbindelse tetningsarbeid i fjell og tunneler ble rapportert på 70-tallet. Det er også rapportert tilfelle av akrylamidforgiftning etter drikking av forurenset brønnvann. Totalt er det rapportert mellom 150 og 200 tilfelle av akrylamidforgiftning. I humane studier har en svært liten dokumentasjon på kvantitative dose-respons og dose-effekt sammenhenger. Ved injeksjonsarbeid er trolig hudopptak den viktigste opptaksveien for akrylamid, noe som er vanskelig å kvantifisere. I en kinesisk undersøkelse har en påvist en sammenheng mellom nevrologiske utfall målt ved en indeks, og nivå av hemoglobinaddukter i blod. Dette er den eneste studien som har gitt dokumentasjon på kvantitativ sammenheng mellom eksponering og effekt.

Hudeffekter.

Akrylamid er sterkt hudirriterende og fører ved direkte hudkontakt til irritasjon, rødhet og ofte hudavskalling. Det kan også utvikles allergi mot akrylamid.

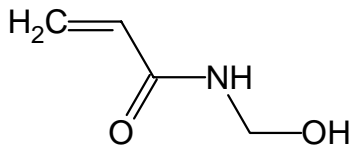
Reproduksjonseffekter

Det er i dyreforsøk påvist nedsatt fertilitet, spermiepåvirkning og tidlig fosterdød. NOEL for fertilitetspåvirkning angis til 9 mg/kg /dag for hannmus, og til 5 mg/kg/ dag for hannrotter.

Kreft.

Akrylamid har vist kreftfremkallende effekt hos rotter, initieringsaktivitet ved induksjon av hudsvulster og lungesvulster hos mus, det bindes til DNA og har vist gentoksisitet i eukaryote celler i in vivo og in vitro systemer. Det har vært klassifisert som høypotent (K1), med TDx doser i området 0,5-1 mg/kg/dag . Det foreligger få epidemiologiske undersøkelser som tillater vurdering av mulig kreftfremkallende effekt hos mennesker. I en nylig publisert oppfølgingsundersøkelse fra USA, som omfatter 8854 ansatte, 1115 døde og 60 000 personår, med kvantitative mål for eksponering, ble det funnet en RR på 2.26 (95% KI 1,03-4,49) for kreft i bukspyttkjertel (basert på 14 tilfelle) blant ansatte med kumulativ eksponering for akrylamid >0,30 mg/m³•år. Det ble imidlertid ikke funnet noe konsistent dose respons mønster, og det konkluderes med «little evidence for a causal relation between exposure to akrylamide and mortality from any cancer sites, including those of initial interest»..

N-Metylolakrylamid (NMA) Cas-nr 924-42-5



MW=101,10

Synonymer

N-(Hydroksymetyl)akrylamid, N-(Hydroksymetyl)propenamid, N-metanolakrylamid, monometylolakrylamid, uramine t 80.

Kjemiske og fysiske egenskaper

Hvitt krystallinsk materiale, smeltepunkt 74-75 °C, løselig i vann (<0,1 g/100ml ved 20,5 °C)

Forbruk

Årlig ca 0,5 tonn

De litteraturdata som foreligger antyder at N-metylolakrylamid er mindre toksisk enn akrylamid. NMA har i dyreeksperimentelle studier vist samme type nerveskader som for akrylamid, men med et 3-5 ganger lavere skadepotensiale. Det kreftfremkallende potensialet er i mus ca. 100 ganger lavere, og i rotte ca. 10 ganger lavere sammenliknet med akrylamid. Toksisitetstester i forbindelse med en miljørisikovurdering utført av Aquateam og NIVA viser imidlertid omlag tilsvarende toksisitet for metyloakrylamid som for akrylamid. Det er som nevnt holdepunkter for at N-metylolakrylamid i løpet av kort tid nedbrytes til akrylamid.

Målinger av henholdsvis akrylamid og metyloakrylamid fra dreinsvann fra Gardemotunnelen i perioden juni 1997 - oktober 1997 viste at konsentrasjonen av metyloakrylamid var lavere enn akrylamid i de fleste prøvene, til tross for at Rhoca-Gil inneholder mer enn 10 ganger mer metyloakrylamid enn akrylamid. Høyeste målte verdi av akrylamid i denne perioden var 9654 µg/l, og 16600 µg/l metyloakrylamid (25.08.97).

Påviste effekter ved eksponering i tunnelarbeid.

Hallandsåsen. Blant 223 undersøkte arbeidere i Hallandsåsen i Sverige ble det påvist sammenheng mellom eksponeringsnivå (bedømt kvalitativt og basert på hemoglobin adduktnivåer) og symptomer, der 30% av de 45 høyest eksponerte hadde symptomer på perifer nervepåvirkning. Blant 50 eksponerte som ble fulgt med nevrofysiologiske målinger, ble 23 bedømt å ha akrylamidrelaterte plager fra nervesystemet. Tre personer hadde fortsatt symptomer og nevrofysiologiske funn etter 18 måneder.

Romeriksporten. Blant 73 SRG-ansatte tunnelarbeidere fra Romeriksporten ble det ved undersøkelser ved bedriftshelsetjenesten høsten 1997 registrert 15 med hudplager, hvorav 4 ble bedømt som arbeidsbetinget (1 med allergi og 3 med kontakt eksem). 13 anga neurologiske symptomer, hvorav minst 10 med forbigående plager. Blant 25 høyt eksponerte ble det påvist mulige/lette forandringer i nerveledingshastighet hos 7. Disse ble meldt til Arbeidstilsynet som mistenkt akrylamidrelatert skade. De fleste forandringene var gått tilbake etter 12 måneder.

Tidligere tunnelarbeid.

I alt 40-50 tunnelarbeidere som tidligere har jobbet med akrylamidholdige tetningsstoffer i andre tunnelprosjekter i Norge på 80- og 90-tallet, samt en tilsvarende kontrollgruppe, har vært til omfattende undersøkelser ved Statens arbeidsmiljøinstitutt og Nevrofysiologisk Laboratorium, Ullevål sykehus, for å vurdere mulige bestående skader etter tidligere akrylamideksponering. Resultater fra denne undersøkelsen vil foreligge høsten 2000.

Kvantitative data for de kritiske effektene

De viktigste helseeffekter knyttet til til akrylamid er skader på nervesystem, kreft, arvelige genetiske skader og reproduksjonsskader. Den nevrotoksiske effekten er godt dokumentert både hos dyr og mennesker, mens de øvrige effekter hovedsakelig er dokumentert hos rotter og mus.

Nevrotoksisitet og hudpåvirkning synes være de effekter som opptrer ved lavest dose. For akrylamid er LOEL for lette reversible skader på perifere nerver hos rotte 1mg/kg kroppsvekt/dag, og NOEL 0,2-0,5 mg/kg/dag. WHO anbefaler på dette grunnlag en ADI (høyeste akseptable daglige inntak over lang tid) for menneske på 0,012 mg/kg/dag. EPA anbefaler 0,0002mg/kg/dag basert på de samme data, men med høyere sikkerhetsfaktor. risikofaktorer. De nevrotoksiske effektene beskrevet hos menneske har i alt vesentlig vært forbigående effekter. I de fleste tilfelle er eksponeringen dårlig kjent. I en kinesisk studie der nevrotoksisk påvirkning ble relatert til nivå av hemoglobinaddukter, er det angitt en NOEL på 0,3-1 nmol/g globin, hvilket tilsvarer et opptak på 11-38 µg/kg/dag. For N-metylolakrylamid er LOEL for nerveskade basert på rotteforsøk 12,5 mg/kg/dag.

NOEL for reproduksjonsskadelige effekter angis til 5 mg/kg/dag for rotte og 9 mg/kg/dag for mus. Spermiepåvirkning og økt insidens av tidlig fosterdød er observert ved 5-10 mg/kg/dag (NOEL 2 mg/kg/dag). Basert på dette bedømmes nevrotoksisitet til å være den kritiske effekten.

Akrylamid er vist å gi kreft i dyreforsøk. Svulstene kan muligens til en viss grad henføres til hormonell påvirkning, men da akrylamid samtidig er genotoksisk, må man regne med at det kan finnes en viss risiko for kreft selv ved lave doser. Det er fortsatt en pågående diskusjon vedrørende grunnlaget for akrylamids risikopotensiale for kreftutvikling. Den mest anvendte

modellen, som benyttes av EPA i USA, baserer seg på lineær dose-responskurve i lavdoseområdet. WHO har i sine drikkevannskriterier benyttet en arts- omregningsfaktor som fører til en lavere risiko. Törnquist et al. benytter hemoglobinaddukter som mål for intern dose, basert på en multiplikativ modell. Basert på tall fra alle tre modeller, kan det beregnes en livstidsrisiko for kreft ved et daglig inntak på 1 µg/kg/dag på 0,6-20 pr. 1000 eksponerte. Dersom relevant eksponering kun har skjedd over f. eks. en måned, blir risikoen 1400 ganger lavere (12 måneder x 70år), dvs. 0,05-1,5 per 100 000.

Aktuelle kriteriedokumenter - referanser

Det foreligger en rekke kriteriedokumenter for vurdering av akrylamids toksisitet. I tillegg til internasjonal dokumentasjon, har SFTs og ATs faggruppe for identifisering av kreftfremkallende stoffer utarbeidet et eget dokument om akrylamid og kreft, og det er utarbeidet tilsvarende svenske dokumenter. Det foreligger også et EU-dokument som mer spesifikt vurderer akrylamidholdige tetningsmidler. Nylig kom også et nytt dokument fra AMPA (Acrylamide Monomer Producers Association) som ønsker å nedtone akrylamids kreftrisikopotensiale.

Litteratur

1. World Health Organization (WHO) 1985: Acrylamide. Environmental Health Criteria 49. Geneva, WHO.
2. Kriteriedokument for Akrylamid. Cas-nr. 79-06-1. SFTs og ATs Faggruppe for identifisering av kreftfremkallende stoffer. 1995.
3. Risk Assessment of Acrylamide. Supplementary information on the use of acrylamide in grouts. Cas-No. 79-06-1. EINECS No. 202-851-5.
4. Delrapport av Tunnelkommissionen: Kring Hallandsåsen. Statens offentlige utredninger 1998:60. Miljødepartementet, Stockholm.
5. Acrylamide Monomer Producers Association: Quantification Of Cancer Risk Due To Occupational Exposure To Acrylamide. COM.ECB4/011/98 Add.4.
6. Marsh GM, Lucas LJ, Youk AO, Schall L. Mortality pattern among workers exposed to acrylamid: 1994 follow up. Occup Environ Med 1999;56:181-190.

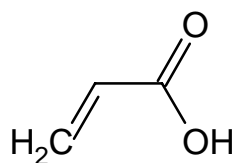
Formaldehyd - se under Formaldehydbaserte injeksjonsmidler

Natriumpersulfat - se under Akrylatbaserte injeksjonsmidler

Akrylatbaserte injeksjonsmidler

Det finnes flere typer polymerer med akrylsyre og derivater som monomer. Eksempler er metylakrylat, etylakrylat, butylakrylat og 2-hydroksyetyl-metakrylat. En injeksjonsblanding basert på 2-hydroksyetyl metakrylat som monomer har vært benyttet til tunneltetting. Typiske kjemikalier i akrylatbaserte injeksjonsmidler består av akrylsyre, 2-hydroksyetyl metakrylat, dimetylamino propyl metakrylamid og natriumpersulfat.

Akrylsyre Cas-nr. 79-10-7



MW=72,06

Synonymer

Etylenkarboksylsyre; akrylatsyre; propensyre

Kjemiske og fysiske egenskaper

Smeltepunkt 12°C; kokepunkt 141,6°C; Damptrykk 52 med mer Hg ved 20°C; Fargeløs væske med besk lukt. Spesifikk vekt 1,06. Løselig i vann ($\geq 10\text{g}/100\text{ ml}$).

Bruksområder

Inngår ofte som reagens for produksjon av akrylatpolymerer. Akrylsyre brukes til produksjon av akrylestere og blir benyttet til å produsere polymerer. Polymerene benyttes til 'coating' av lær, maling og lim. Noen av disse polymerene benyttes som beinsubstans ved ortopediske operasjoner og som tannfyllingsmateriale.

Eksponeringsdata

Administrativ norm $30\text{ mg}/\text{m}^3$ NIOSH REL (anbefalt grense) $6\text{ mg}/\text{m}^3$. Svensk grenseverdi $30\text{ mg}/\text{m}^3$.

Forbruk

Årlig ca 45 tonn.

Toksiske effekter

RTECS har beskrevet følgende effekter: Mutagent i somatiske celler, reproduksjonstoksisk, primær irritant.

Akrylsyre er sterkt irriterende for hud, øynene og slimhinner. Akutt kortvarig eksponering i rotte ved inhalasjon har ført til nese- og øyeirritasjon, lungeblødning og nedbryting av lever- og nyre-vev. Tumorer ved injeksjonsstedet og etter pensling (RTECS). Reproduksjonstoksisk i et rotteforsøk etter injeksjon.

Kritiske toksiske effekter

Irritasjon av hud og øynene.

I den norske stofflisten registrert som etsende.

Kvantitative data

LC₅₀ for mus $5.300\text{ mg}/\text{m}^3$, LOAEL mus $14,94\text{ mg}/\text{m}^3$.

Administrativ norm Norge $30\text{ mg}/\text{m}^3$, OSHA PEL $30\text{ mg}/\text{m}^3$, NIOSH REL $6\text{ mg}/\text{m}^3$

Diskusjon av data

Det er indikasjoner på mulig kreftfremkallende effekt og at stoffet er reproduksjonstoksisk, men resultatene er for usikre til å legge vekt på. Irritasjon av øynene og hud viktigste effekter. Det kan være varierende om akrylsyre benyttes i produkter. I en risikovurdering fra en produsent er det oppgitt at et stoff, en akrylat, har svensk norm på 30 mg/m³. Den eneste akrylat forbindelsen i den svenske normlisten med 30 mg/m³ er akrylsyre.

Litteratur

Forskrift om liste over farlige stoffer

RTECS

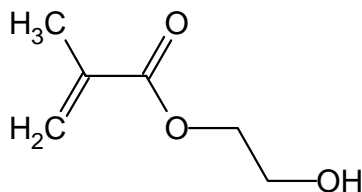
Health effect assessments of the basic acrylates/ edited by Tipton R. Tyler, Sandra Reiss Murphy, Elizabeth K. Hunt. Boca Raton, Fla. : CRC Press, 1993.

NIOSH: <http://www.cdc.gov/niosh/pel88/79-10.html>

EPA: <http://www.epa.gov/ttnuatw1/hlthef/acrylica.html>

Risikovurdering fra produsent.

2-Hydroksyetylmetakrylat Cas-nr. 868-77-9



C₆H₁₀O₃ MW=130.14

Synonymer

Glykol metakrylat, beta-hydroksyetyl metakrylat, GMA; Etylen glykol metakrylat

Kjemiske og fysiske egenskaper

Smeltepunkt -12°C, kokepunkt 95°C ved 9 mm Hg, egenvekt 1,08.

Bruksområder

Er benyttet til tetting av vannlekkasjer i tunnel. Forbruksvarer, byggemateriale.

Eksponeringsdata

Ingen opplysninger

Forbruk

Årlig ca 16 tonn i Norge. Fra «Scorecard» - Høy volum kjemikalium med over 1 million pound, ca 454 tonn produsert pr. år i USA.

Toksiske effekter

Det finnes noe data om stoffets toksiske egenskaper i forbindelse med bruk i tannbehandling.

Medline har 6 nyere artikler om kontakt sensibilisering.

Flere metakrylater er sensibiliserende og i en nyere artikkel er det påvist kryssreaksjon mellom flere metakrylater deriblant 2-Hydroksyetyl metakrylat (HEMA).

Scorecard henviser til mistanke om immunotoksisk (ref.:EEC, SNCI); nevrotoksisk effekt (ref.:RTECS) og toksisk mot hud og følelsesorgan (ref.:EEC)

I et produktdatablad er det anført følgende data: Irriterer hud og øynene. Kan gi allergi ved hudkontakt. Øyeirritasjon i kanin (Metode Draize), Hudirritasjon (kanin). Kan medføre sensibilisering.

Kritiske toksiske effekter

Hudallergi. Irriterer øynene og huden (norske stofflisten).

Kvantitative data

Akutt oral toksistet (LD ₅₀ , rotte)	5564 mg/kg (Metode FDA-Guidline)
Akutt dermal toksistet (LD ₅₀ , kanin)	> 3000 mg/kg
OEL grenseverdi i Nederland	24 mg/m ³ (JAN 1993)

Diskusjon av data

Vi har ikke informasjon om kreftfremkallende eller mutagen effekt i somatiske celler. Det er publisert en artikkel der det er funnet reproduksjontoksisk effekt ved 3062 mg/kg i rotter. Det er mistanke om immunotoksisk effekt (EU). Stoffet er klart irriterende og har en mulig evne til å fremkalle hudallergi.

Litteratur

Data fra produsent HMS datablad.

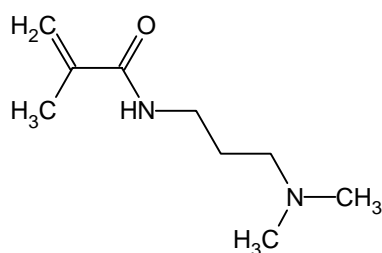
Chemfinder.camsoft.com - <http://chemfinder.camsoft.com/>

Scorecard <http://www.scorecard.org/>

RETECS Issue 98-4 November 1998

1. Eur J Dermatol 1998 Oct-Nov;8(7):521-4 Allergic contact dermatitis from 2-hydroksyetyl methacrylate in an adhesive on an electrosurgical earthing plate. Kanerva L, Alanko K
2. Toxicol Appl Pharmacol 1998 Jan;148(1):83-90 Cross-reactivity patterns of contact-sensitizing methacrylates. Rustemeyer T, de Groot J, von Blomberg BM, Frosch PJ, Scheper RJ S.
3. Derimot ser stoffet ikke ut til å være mutagent i Ames test system - (The mutagenic activity of unpolymerized resin monomers in Salmonella typhimurium and V79 cells. Schweikl H, Schmalz G, Rackebrandt K)

Dimetylaminopropylmetakrylamid Cas-nr.5205-93-6



C₉H₁₈N₂O MW=170,25

Synonymer

forkortes DMAPMA; 2-Propenamid, N-[3-(dimetylamino)propyl]-2-metyl-; i produsent datablad kalles forbindelsen alkaline metakrylamide derivative.

Kjemiske og fysiske egenskaper

Kokepunkt °C (mm Hg)	150	(760)
Tetthet g/cm ³ (°C)	0,94	(20)
Damptrykk , mbar (°C)	3 hPa	(134)

Bruksområder

Brukt som komponent i injeksjonsstoff.

Eksponeringsdata

Data ikke funnet

Forbruk

For tunnelinjeksjon selges produktet i 25 kg kanner

Toksiske effekter

Ingen undersøkelser over toksiske effekter funnet utenom datablad fra produsent

Risiko for alvorlig øyeskade.

Ikke hudirritasjon (kanin), men øyeirritasjon (kanin).

Det er ikke funnet data som tillater vurdering av langtidseffekter.

Kritiske toksiske effekter

Irriterende for øynene.

Kvantitative data

Akutt oral toksisitet (LD₅₀, rotte) >3000 mg/kg

Akutt dermal toksisitet (LD₅₀, kanin) > 2000 mg/kg

Diskusjon av data

Det mangler relevante undersøkelser til å vurdere stoffets mulige toksiske effekter.

Basert på strukturen for stoffet kan en ikke se bort i fra at det kan ha effekter da stoffet sannsynligvis er reaktivt.

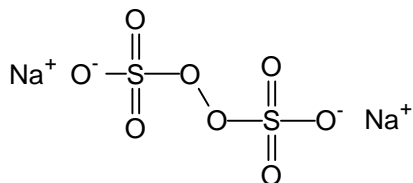
Under forutsetning av at stoffet er «Akrylat 2» i en risikovurdering fra en produsent så er stoffet testet med Ames test og utslag ikke funnet.

Litteratur

Datablad fra produsent Europe

Chemfinder

Natriumpersulfat Cas-nr. 7775-27-1



$\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$ MW=238, 09

Synonymer

Natriumperoksidisulfat, peroksidsvovelsyre dinatriumsalt, dinatrium peroksy disulfat

Kjemiske og fysiske egenskaper

Smeltepunkt 100 °C; oksiderende; løselig i vann.

Bruksområder

Stoffet er brukt som herder for injeksjonsmiddel. Har flere bruksområder i Norge

Eksponeringsdata

OEL Danmark 2 mg/m³ Jan 1993, OEL Storbritannia 1mg/m³ Jan 1993.

Forbruk

Ca 0,8 tonn årlig.

Toksiske effekter

Data fra RTECS:

NIOSH(TIC)(R): Det ble ikke funnet noen risiko for yrkesastma i en gruppe (32 eksponerte og 18 kontroller, arbeidere ved samme fabrikk) eksponert for persulfat

Ammoniumpersulfat, som skulle ha like egenskaper med natriumpersulfat er i den norske stofflisten oppført som irriterende for øynene, luftveiene og hud.

Datablad fra produsent angir at stoffet kan gi allergi ved innånding og hudkontakt.

Kritiske toksiske effekter

Irritasjon av øynene, hud og åndedretsorganene. Stoffet er svært reaktivt.

Kvantitative data

LD₅₀ for intraperitoneal i mus 226 mg/kg

Grenseverdier:	OEL Danmark	2 mg/m ³ Jan 1993
	OEL Storbritannia	1mg/m ³ Jan 1993
	OEL Belgia	5 mg/m ³ Jul 1987

Diskusjon av data

Stoffet er reaktivt og er irriterende, det har også en relativt lav LD₅₀. Det er lite toksisitetsdata, den mest alvorlige effekt er allergi ved innånding og hudkontakt som er oppført i datablad uten noen annen dokumentasjon.

Litteratur

Ecdin - Environmental Chemicals Data and Information Network (EU database).

Alginatebaserte injeksjonsmidler

Ikke brukt til det aktuelle tetningsformål frem til i dag og vurderes derfor ikke. Industrien mener at dette er et aktuelt produkt til spesielle formål innen vanntetting av fjell, men det har ikke blitt prøvet i felt, bare i laboratorie forsøk. Helsefare knyttet til bruk av slike produkter er antatt å være lav.

Natriumalginat - Cas-nr. 9005-38 -3

MW= ikke relevant

Synonymer:

Algin, Algiic acid - Sodium salt,

Kjemiske og fysiske egenskaper

Hvitt, gulaktig pulver, anionisk, tilnærmet uten smak og lukt. Langsamt løselig i vann, ikke i alkohol og eter. Koepunkt, smeltepunkt, brennbarhet og eksplosjonsfare: ikke aktuelt

Bruksområder

Vannrensing, sveiseelektroder, tetting av konstruksjonsoverflater, laboratorieforsøk viser at de har et potensiale for midlertidig tetting mot vanninntrenging/vannlekkasjer i fjell.

Eksponeringsdata

Ikke funnet

Forbruk

Ikke brukt til det aktuelle tetningsformål frem til i dag.

Toksiske effekter

registrert som inert støv.

Kritiske toksiske effekter

ikke påvist.

Kvantitative data

ikke påvist

Diskusjon av data

Kan leveres i vandig løsningsmiddel eller som pulver. Obs støv fra alginat. Muligheter for forurensninger med diatome jord?

Litteratur

Internt informasjon fra importører og produsenter.

Bitumenbaserte injeksjonsmidler

Bitumen og tjærebaserte tetningsmidler. Vi har sett HMS datablad med innhold av Bitumen, petroleumdestilat eller White spirit med mindre enn 20% aromater, glassfiber eller mineralfiber.

Bitumen - Cas-nr. 8052-42-4

Blanding av mange stoffer MW= ikke relevant

Synonymer

Asfalt

Kjemiske og fysiske egenskaper

Fast stoff, plastisk med mørk brun farge. Noe varierende sammensetning.

Bruksområder

I blandinger kan det smøres på flater som betong for tetting. Hovedbruk er som bestanddel i veidekke (asfalt)

Eksponeeringsdata

Administrativ norm Norge, asfalt (røyk) 5 mg/m³.

Forbruk

Forbruk pr år er høyt, ca 17000 tonn.

Toksiske effekter

Svak kreftfremkallende effekt i dyreforsøk. Registrert som kreftfremkallende K3 i Norge. RTECS har registrert bitumen som tumorigent og mutagent i somatiske celler. NTP har anført mulig irritasjon av øyne, nese og hals.

Kritiske toksiske effekter

Det foreligger flere dyreforsøk med hudpensling på mus der det er rapportert hudsvulster. Epidemiologiske undersøkelser blant arbeidere som har arbeidet med bitumen viser økt forekomst av flere kreftformer, men arbeiderene har sannsynligvis også vært eksponert for tjære og bek. Stoffet er registrert som kreftfremkallende i flere land.

Kvantitative data

NTP oppgir TDLo for hud mus lik 130 g/kg/81 uker og TD for hud mus lik 69 g/kg/81 uker

Diskusjon av data

I Norge er bitumen klassifisert som kreftfremkallende K3. Det er to Bitumen typer, oksidert bitumen (Cas-nr 64742-93-4) og penetrasjonsbitumen (Cas-nr 8052-42-4). Den sistnevnte er den som er mest knyttet til kreftrisiko. IARC har plassert bitumen i gruppe 3, uklassifisert som karsinogen for mennesker.

Litteratur

FIKS kriteriedokument nr 180.
RTECS
NTP

Nafta (petroleum), hydrogenavsvovlet tung; lavtkokende hydrogenbehandlet nafta -
Cas-nr. 64742-82-1

Blanding av flere stoffer MW= ikke relevant

Synonymer

Hydrogenavsvovlet tung nafta

Kjemiske og fysiske egenskaper

Kokepunkt 90-230 °C

Bruksområder

Løsemiddel for bitumen. Viktig i forbindelse med maling og lakk.

Eksponeringsdata

Forbruk

Ca 11.000 tonn årlig i Norge fordelt over 1790 produkter.

Toksiske effekter

Lite data i utenlandske databaser. Registrert i den norske stofflisten som kreftfremkallende (K2). Kan forårsake lungeskade ved svelging. Nevrotoksisk.

Kritiske toksiske effekter

Kreftfremkallende effekt. Kan forårsake lungeskade ved svelging. Akutt nevrotoksisk.

Kvantitative data

Diskusjon av data

IARC har gruppert «mineral oils» i 8 klasser. Dersom en følger IARC sin klassifisering er grupperingen av nafta utslagsgivende.

Litteratur

IARC monografi volum 33

Solvent nafta (petroleum), middels tung alifatisk; direktestillert (straight-run) kerosin - Cas-nr. 64742-88-7

Blanding av flere stoffer MW= ikke relevant

Synonymer

Whitespirit

Kjemiske og fysiske egenskaper

Bruksområder

Løsemiddel for bitumen. Viktig i forbindelse med maling og lakk.

Eksponeringsdata

Forbruk

Ca 7000 tonn årlig fordelt på 2.800 produkter.

Toksiske effekter

Kan forårsake lungeskade ved svelging. Nevrotoksisk.

Kritiske toksiske effekter

Kan forårsake lungeskade ved svelging. Akutt nevrotoxiske.

Kvantitative data

Diskusjon av data

Det finnes ikke data til vurderingen.

Litteratur

White spirit - Mulige Cas-nr.8030-30-60, 8032-32-4 og 64742-81-0

Blanding av flere stoffer MW= ikke relevant

Synonymer

Forbruk

Ca 530, 3200 og 4.485.000 tonn årlig henholdsvis.

Toksiske effekter

Akutt nevrotoxiske

Kritiske toksiske effekter

Akutt nevrotoksisk

Kvantitative data**Diskusjon av data****Litteratur**

Man made mineral fiber - Cas-nr.

Synonymer

Mineralull, mineralfiber, glassfiber og glassull.

Kjemiske og fysiske egenskaper**Bruksområder****Eksponeeringsdata****Forbruk****Toksiske effekter**

Irritasjon. Noen fibertyper kan være kreftfremkallende

Kritiske toksiske effekter

Kreftfremkallende

Kvantitative data**Diskusjon av data****Litteratur**

FIKS kriteriedokument nr 157

Epoksybaserte injeksjonsmidler

Epoksy benyttes til injeksjon i betong og fjell. Vi har datablad på en injeksjonsepoksy til dette formål. Stoffet er på basis av Bisfenol A/F med en alifatisk diamin herder. Normalt blandes bisfenol A og bisfenol F sammen med epiklorhydrin, dette fører til dannelse av diglycidyleter av Bisfenol. Denne blandingen som har eget Cas-nr (1675-54-3 for Bisfenol A) blandes med herder som i dette tilfellet er trimetylheksametylen diamin.

Kritisk komponent: Diglycidyleter av Bisfenol A (Cas-nr. 1675-54-3).

[Epiklorhydrin (Cas-nr. 106-89-8) er kreftfremkallende i gruppe K2, allergifremkallende (irriterende) og etsende]

Bisfenol-A-diglycidyleter - Cas-nr. 1675-54-3

C₂₁H₂₄O₄ En blanding av flere enkeltstoffer MW=340,42

Synonymer

2,2-bis[4-(2,3-epoksypropoksy)fenyl]propan, diglycidyleter av Bisfenol A.

Kjemiske og fysiske egenskaper

Smeltepunkt 8-12 °C, tetthet 1,16 g/cm³. Løselig i vann (0,1 g/100 ml ved 19,5 °C. Klar viskøs væske.

Bruksområder

Tetting av betong og fjell. Høyvolum kjemikalium, men de viktigste bruksområdene er ikke tetting av betong og fjell.

Eksponeringsdata

Forbruk

Årlig ca 19 tonn i Norge.

Internasjonalt et høyvolum kjemikalie, mer en 450.000 kg produsert årlig i USA

Toksiske effekter

Fra den norske stofflisten: Irriterende for øyne og hud. Allergifremkallende for hud.

Produktdatablad: Allergi hud og luftveier. Irriterende for øyne.

RTECS: Compound descriptor - Tumorigen, mutagen i somatiske celler og primary irritant.

LD₅₀ oralt 11,3 ml/kg, intraperitonealt 2200 mg/kg. Endokrine svulster i mus etter 2 års eksponering, 166 g/kg. Mutasjonstest med 33 µg/plate (Salmonella typhimurium) positiv.

Kritiske toksiske effekter

Stoffblandingen er klart allergifremkallende for hud samt irriterende for øyne.

Kvantitative data

Diskusjon av data

Stoffblandingen er kreftfremkallende etter RTECS kriterier. Men ingen Europeiske eller Nordamerikanske myndigheter har klassifisert blandingen som kreftfremkallende. IARC har vurdert blandingen og sier: Det er *limited evidence* for kreftfremkallende effekt av bisfenol A diglycidyleter i dyreforsøk. Bisfenol A diglycidyleter er ikke *classifiable as to its carcinogenicity to humans (Group 3)*

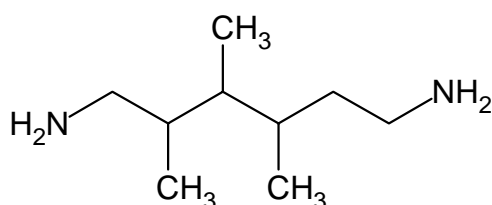
Litteratur

RTECS

IARC

Mutat Res 1986 Nov;172(2):105-38 Comparative mutagenicity of aliphatic epoxides in Salmonella. Canter DA, Zeiger E, Haworth S, Lawlor T, Mortelmans K, Speck W
Datablad fra produsent.

Trimetylheksametylen diamin - Cas-nr. 25620-58-0



$C_9H_{22}N_2$ MW=158,29

Synonymer

2,3,4-trimetyl 1,6-heksandiamin, trimetylheksan-1,6-diamin

Kjemiske og fysiske egenskaper

Fargeløs væske med aminlignende lukt. Kokepunkt 200 °C, tetthet 950 g/m³, flammepunkt 114 °C og pH i konsentrat ca 11. Løselighet i vann er 50 g/100 g vann og viskositeten ca 50 mPas ved 25 °C

Bruksområder

Tetting av betong og fjell.

Eksponeringsdata

Forbruk

Årlig ca 325 tonn i Norge.

Internasjonalt et høyvolum kjemikalie, mer en 450.000 kg produsert årlig i USA

Toksiske effekter

Det er lite data om stoffet. Basert på data beregnet for transport av stoffet er det etsende. Kan polymerisere eksplosivt ved oppvarming.

Fra HMS datablad: Etsende og allergifremkallende ved hudkontakt. I 8(e) Triage Chemical Studies Database (EPA) er det registrert rotteforsøk med måling av nevrotoksisitet som effekt for en blanding med blant annet trimetylheksametylen diamin. Toksisiteten er rapportert å være lav.

Kritiske toksiske effekter

Etsende og kan forårsake allergi ved hudkontakt.

Kvantitative data

Ingen data funnet

Diskusjon av data

Litteratur

Transport of Hazardous materials, Canadian Centre for Occupational Health and Safety
HMS datablad fra produsent.

Formaldehydbaserte injeksjonsmidler

Det foreligger et tetningsstoff for det norske markedet bestående av et modifisert melamin/formaldehydkondensat. Basert på databladet har stoffblandingen lav toksisitet og det er ikke kjent om det foreligger fritt formaldehyd i produktet. Formaldehyd er kreftfremkallende og kan føre til allergi. Dersom det foreligger fritt formaldehyd i produktet må den betraktes som den kritiske komponenten i dette injeksjonsstoffet. Fritt melamin har vist kreftfremkallende effekt i dyreforsøk.

Fenol, urea eller melamin polymeriseres med formaldehyde . Harpiks basert på formaldehyd og fenol blir produsert av en norsk produsent, men vi er ikke kjent med at denne har vært benyttet for tetting i tunneler.

Derivat av melamin - Cas-nr. ukjent

<formel - ukjent> MW=ukjent

Synonymer

Ukjent

Kjemiske og fysiske egenskaper

Ukjent

Bruksområder

Komponent i tilsetningsmiddel til betong.

Eksponeringsdata

Ukjent

Forbruk

Ukjent

Toksiske effekter

Databladet for produktet melaminderivatet angir en oral akutt LD₅₀ for rotte større enn 2000 mg/l (Doseangivelsen mangler opplysninger om volum gitt så verdi gir ingen informasjon). Melamin har vist kreftfremkallende effekt i dyreforsøk. Det er ikke kjent om melaminderivatet er stabilt eller kan bli brutt ned til melamin.

Kritiske toksiske effekter

Kreftfremkallende (K3) dersom det foreligger fritt formaldehyd.

Det virker sensibiliserende og kan føre til allergi ved hudkontakt.

Kvantitative data

Diskusjon av data

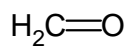
En kan ikke se bort fra at det finnes fritt formaldehyd. Men mengden kan være svært lav.

Litteratur

NTP TR-245 Carcinogenesis Bioassay of Melamine.

HMS datablad fra produsent.

Formaldehyd - Cas-nr. 50-00-0



MW=30,03

Synonymer

Formalin, formol, metanal, metylaldehyd.

Kjemiske og fysiske egenskaper

Fareløs gass med stikkende lukt. Smeltepunkt -92°C , kokepunkt $-19,5^\circ\text{C}$, egenvekt 1,067.

Bruksområder

Vi er kjent med en blanding for betongtilsetning som inneholder formaldehydkondensat.

Formaldehyd har en rekke anvendelsesområder, det er mye brukt til lim og polymerer.

Eksponeringsdata

Administrativ norm i Norge er $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Forbruk

Ca 2.700 tonn årlig.

Formaldehyd er et høyvolum kjemikalium.

Toksiske effekter

Formaldehyd har vist kreftfremkallende effekt i dyreforsøk, det har vist mutagen effekt i *in vitro* celledtester. Det virker sensibiliserende og kan føre til allergi ved hudkontakt. Det finnes noe data forenelig med reproduksjonstoksiske skadevirkninger, men det er ikke tilstrekkelig dokumentasjon hos mennesker.

Kritiske toksiske effekter

Kreftfremkallende effekt, irritasjon av luftveiene. Hudsensibiliserende

Kvantitative data

Administrativ norm i Norge er $0,6 \text{ mg/m}^3$.

LC₅₀ rotter 203 mg/m^3 . USEPA kreft risiko nivå 1 til 1.000.000 forhøyet livstidskreftrisiko ved $8 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$

Diskusjon av data

Formaldehyd er klassifisert som K3 i Norge. Mange forskere mener at mekanismen bak formaldehyd sin kreftfremkallende effekt er slik at under en eksponeringsgrense fører stoffet ikke til kreft. Formaldehyd fører til irritasjon av øynene, luftveiene og huden.

Litteratur

FIKS kriteriedokument nr 055

RTECS

EPA

OSHA

Isocyanatbaserte injeksjonsmidler

Isocyanater er en stor gruppe monomerer, oligomerer eller prepolymerer som brukes til å lage polymerer. De inneholder varierende løsemidler (dibutylftalat, propylenkarbonat, dibutylmaleat), polyoler og aminer som herdere.

De fleste injeksjonsmidlene benytter difenylmetan-diisocyanat (MDI) som monomer og Injeksjonsmidlene foreligger med ulik grad av prepolymerisert monomer. Høy grad av prepolymerisering vil redusere eksponeringen for fri monomer.

MDI må regnes som den kritiske komponenten. Gruppen ftalater har tradisjonelt vært et forurensningsproblem i forhold til det ytre miljø. Det er nå økende forskningsoppmerksomhet mot forplantningsskader hos arbeidstakere. Humane studier mangler.

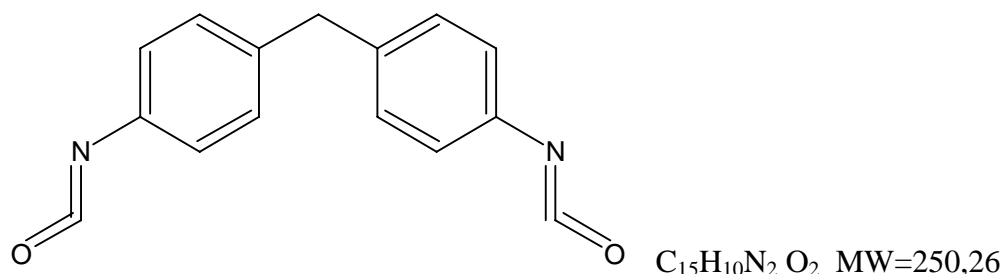
Kritisk effekt er stoffets evne til å fremkalle astma og kontaktallergisk eksem Astma kan oppstå i ulike tider etter påbegynt eksponering, opp til mange år i arbeid etter første gangs eksponering.

Difenylmetandiisocyanat MDI Cas-nr. 101-68-8

Ren MDI Cas-nr. 101-68-8 :

Homologe og isomere MDI Cas-nr. 9016-87-9

Prepolymerisert MDI intet Cas-nr.



Synonymer

4,4'-difenyl metan diisocyanat, difenylmetane-4,4'-diisocyanat, 4,4'-metylenedifenyl diisocyanate, difenyl metan diisocyanat, difenylmetyl diisocyanat. Det finnes flere isomere: 2,2' og 2,4'.

Kjemiske og tekniske egenskaper

Molekylvekt: 250,26

Smeltepunkt 37,2 °C

Kokepunkt. 194 °C ved 5 mm Hg

Spes vekt: 1,19

Løselighet vann: 0,20g/100ml (uløselig).

Løselig i DMSO, aceton, benzen, nitrobenzen.

Flammepunkt: 218 °C

Damptrykk -

Kjemiske reaksjoner : reagerer voldsomt med alkoholer

Bruksområder

MDI er en blant flere innen gruppen isocyanater. Isocyanater er byggestener i polyuretan som er viktige bestandeler i lim, lakk, malinger og forseglingsmasse . Hard polyuretan brukes til elektriske artikler, tannhjul og sportsutstyr. Polyuretan-skum av både myk og hard type fremstilles og brukes som isolasjon i boliger, kjøleskap, flytelementer og emballasje. Polyuretan finnes i noen produkter som støtdempere, skosåler og møbelpolstring for å nevne noen produkter.

MDI inngår oftere i produkter som herdelim, tetningsmidler, isolasjonsmateriale, fugemasse og i fast støpt polyuretanskum. De blir også solgt for videre formulering i plastvareindustri og kjemisk teknisk industri .

Forbruk i Norge og antall arbeidstakere eksponert

I Norge ble det importert og produsert tilsammen 1604.868 tonn MDI pr. år (1997) (alle former). Vi har ikke hatt tilstrekkelige data tilgjengelige over materialstrøm i Norge og antall arbeidstakere eksponert. Som for de andre injeksjonsalternativene har vi ikke vurdert slike forhold nærmere.

Eksponeringsdata.

Arbeidstakere påvirkes av MDI gjennom hudkontakt eller innånding av damp eller aerosoler. Det kan skje under produksjon eller bruk, spesielt under blandings- eller skumningsprosessen i industrien. Innånding av branngasser er ikke aktuelt for dette dokumentet.

Det er analytiske og prøvetakingstekniske problemer med å bestemme konsentrasjonen av MDI i luft, bl a fordi det er vanskelig å detektere den prepolymeriserte formen. Dersom eksponering for MDI skjer i form av aerosoler, og ikke damp som er det mest vanlig, kan konsentrasjonene være høyere, men det foreligger få måledata. Eksponeringsmålinger i Romeriksporten gav ikke verdier over deteksjonsgrensen. Deteksjonsgrensen for MDI varierte mellom 0,0008 - 0,005 mg/m³ avhengig av prøvetid. Det vil si at det ikke ble funnet verdier over 0,005 mg/m³.

Oppsummering av toksiske effekter

Epidemiologiske studier viser ulike effekter for både MDI og andre isocyanater:

sensibilisering i hud og luftveier med allergisk kontakteksem og astma til følge.

Hypersensitivitetspneumonitt er også beskrevet. Sensibiliseringen kan oppstå etter mange års eksponering. Vanlige rapporterte plager er forøvrig hoste, hodepine, nesetetthet, uvelsforenelse og feber. Det er også reist spørsmål om misfarging av tenner.

Kreftklassifisering (IARC): Ikke klassifiserbar som humant karsinogen (Gruppe 3).

Kritiske toksiske effekter

Astma.

Toluendiisocyanat (TDI) er en av de vanligste årsaker til yrkesrelatert astma i den industrialiserte verden (Chan-Yeung 1994). TDI-astma vil kunne bli kronisk selv om eksponeringen opphører (Vandenplas 1993). Virkningsmekanismen for utvikling av astma er uklar, men det kan opptre både tidlig og senreaksjoner, og det foreligger en rekke studier som påviser en økning i den bronkiale reaktivitet hos personer sensibilisert for TDI. Bare 10-20 prosent av personer med TDI-indusert astma har påvisbart spesifikt antistoff (IgE) som tegn på allergireaksjon. Spesifikke celle- og signalsubstansreaksjoner som respons på TDI har blitt påvist hos TDI-sensibiliserte («allergiserte») arbeidere. Dette tyder på at celleformidlet «allergi» (cellemediert hypersensitivitet, slik som ved kontakteksem, i motsetning til antistoffformidlet allergi) kan være viktig, men den er vanskelig å påvise. TDI kan i høye konsentrasjoner gi kraftige irritative effekter i luftveiene med vevsskade, men allergisk mekanisme blir nødvendigvis ikke aktivert.

MDI kan forårsake like alvorlig astma som TDI. Forekomsten er sjeldnere fordi damptrykket er lavere og MDI til dels er prepolymerisert. Konsentrasjonene er sannsynligvis høyere når eksponeringen skjer i form av MDI-aerosol. Måledata foreligger ikke.

Allergisk kontakteksem.

Studier av MDI-eksponerte arbeidstakere viser kontaktallergisk eksem

Kjemisk lungebetennelse.

Datagrunnlaget finnes både eksperimentelt og humant.

NOAEL (embryotoksisitet) 3 mg/m³

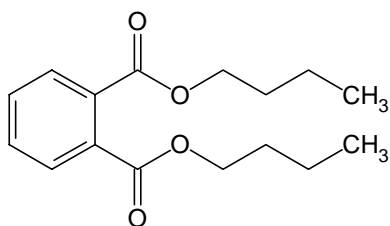
Helsebaserte grenseverdier

OSHA: Takverdi 0,02 ppm
ACGIH TLV-TWA: 0,005 ppm
NIOSH: TWA: 0,005 takverdi; 0,02 ppm

Diskusjon av data og dokumentasjon

Informasjon er hentet i ulike databaser (IRIS, NIOSH, Chemfinder..) og datablader fra produsenter/importører. Det er betydelig mindre informasjon om MDI i forhold til TDI. Dette kan skyldes mindre bruk og mulig lavere eksponeringer enn for TDI (Risikovurderinger relevant for yrkeseksponering tas med eller refereres).

Dibutylftalat Cas-nr. 84-74-2



MW=278,35

Synonymer

DBP, Di-n-butyl ftalat, n-Butyl ftalat, 1,2-Benzendikarboksylysyre dibutylester.

Kjemiske og fysiske egenskaper

Smeltepunkt -35°C, kokepunkt 340°C, egenvekt 1,043, svakt løselig i vann (0,0013 g/100 ml). Log K_{ow} på 5,6.

Bruksområder

Plastmykner.

Eksponeringsdata

Norsk administrativ norm 3 mg/m³. OSHA PEL og ACGIH TLV 5 mg/m³

Forbruk

Høyvolum kjemikalie.

Toksiske effekter

LC₅₀ i rotte er 4250 mg/m³. Stoffet har lav akutt og kronisk toksisitet. I dyreforsøk har stoffet vist utviklingseffekter som redusert fetal vekt, reduserte levende kull og fødselsdefekter hos mus eksponert oralt. Redusert spermatogenese og redusert testis vekt er funnet i dyreforsøk etter oral eksponering.

Kritiske toksiske effekter

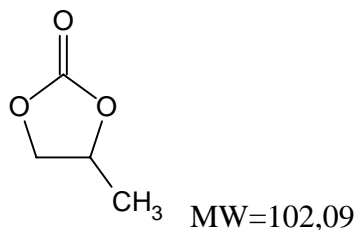
Reproduksjonstoksisk effekt

Kvantitative data

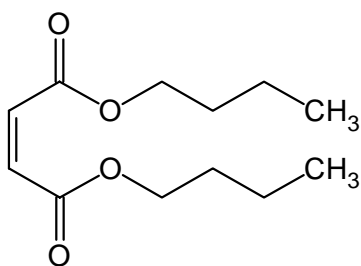
Diskusjon av data

Litteratur

Propylenkarbonat Cas-nr. 108-32-7

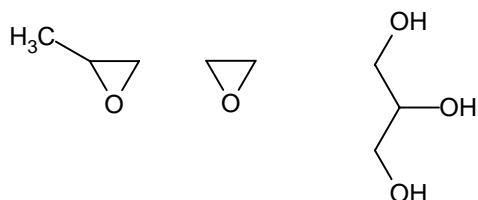


Di-n-butyl maleat Cas-nr. 105-76-0



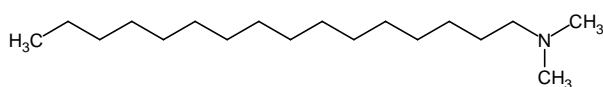
MW=278,35

Oxiran, metyl-, polymer med oxiran, eter med 1,2,3-propantriol (3:1) Cas-nr. 9082-00-2



MW= ikke aktuelt, blanding av stoffer

Armeen DM 16D Cas-nr. 112-69-6
dimethylheksadecylamin



MW=269,51

Ligninbaserte injeksjonsmidler

Lignin er benyttet som injeksjonsmidler sammen med akrylamid- eller akrylatpolymerer. Ligniner kommer fra tre og planter. Kommersielle produkter har vanligvis gjennomgått kjemisk behandling med sulfit (gir lignosulfonat), sulfat, alkali eller organiske løsemidler.

En større produsent av lignin er ikke kjent med bruk av 6-verdig krom som tilsetningsmiddel som var referert i HD rapport 875/82.

Ligniner Cas-nr. 8068-00-6 og Lignosulfonater Cas-nr. 8062-15-5

Kjemiske og fysiske egenskaper

Lignin er en naturlig polymer med aromatisk natur. Den eksakte kjemiske struktur er ukjent, men polymeren består av flere ulike hydroksylerte fenypropaner bundet sammen med alifatiske og aromatiske karbon- og eterbindinger. Lignin er relativt resistent mot biologisk nedbrytning. Lignosulfonater er vannløselig, mens ligniner har hydrofobe egenskaper.

Bruksområder

Bruk av lignosulfonater er knyttet til overflateaktive egenskaper, evne til å binde stoffer og partikler, stabilisere emulsjoner og polymerisere i store molekyler. Ligniner og lignosulfonater brukes som ko-reaktanter i en rekke forskjellige polymerer basert på melaminer, polyuretaner, epoksider, polyisocyanater, polyakrylamider og fenolharpikser. (Lignosulfonater kan også reagere med kromat eller dikromat og gi en stabil, uløselig polymer. Det er ukjent om dette fortsatt er i bruk som injeksjonsmiddel.)

Eksponeeringsdata

Forbruk

Toksiske effekter

Ligniner og lignosulfonater har meget lav toksisitet

Kritiske toksiske effekter

Kvantitative data

Diskusjon av data

Lignin og lignosulfonater har lav toksisitet. Bruk i injeksjonsmidler kan forekomme, særlig som ko-reaktant i andre polymersystemer som er nevnt i denne rapporten. Det er ikke funnet konkrete produkter som baserer seg på polymerisering med kromat (Cr(VI)). Arbeide med Cr(VI)baserte ligninpolymerer kan imidlertid representere en betydelig helsefare, fordi Cr(VI) kan være kreft- og allergifremkallende i tillegg til at det kan gi hudekssem og irritere slimhinner.

Litteratur

Encyclopedia of chemical technology, vol 14, pp 294.
Informasjon fra Borregaard Lignotech.

Mikrosementbaserte injeksjonsmidler

Sement benyttes til injeksjon i fjell og betong. Det benyttes også i stor grad til stabilisering av jord, stein og fyllmasser. Viktige sementtyper er Portland Cement og kalsiumoksid, i tillegg benyttes aluminium sement. Portland Cement består av ulike mengder forskjellige basiske oksider, som f.eks $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ og $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$. Det forutsettes at silikatmaterialet inneholder

<1% kvarts (krystallinsk silika). Bruksmåten (herding) er tilsvarende vanlig bruk av sement. Mikroement omfatter Portland Cement med partikler < 40-50 µm. Sement kan inneholde små mengder krom.

Portland Cement - Cas-nr. 65997-15-1

Materialet består av: CaO-, MgO-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-silikater

Synonymer

Portland Cement, sement, mikroement, mursement

Kjemiske og fysiske egenskaper

Grått, luktfritt (nesten) finkornet pulver med sterk alkalisk reaksjon i vann. Det er et bindemiddel som ved tilsetning av vann og sand gir betong. Sement kan være forurenset av Cr(VI).

Bruksområder

Benyttes til injeksjon i fjell og betong. Anvendes også til stabilisering av stein og jordmasser.

Eksponeringsdata

Det foreligger ikke spesiell administrativ norm i Norge. Vurderes som sjenerende støv, dvs. 10 mg/m³ (totalstøv) og 5 mg/m³ (respirabelt støv).

Forbruk

Årlig ca 180.000 tonn.

Toksiske effekter

Irriterende på øyne, hud og slimhinner. Alkalisk reaksjon ved kontakt med vann (fuktighet). Ser bort fra toksiske effekter av Cr(VI)

Kritiske toksiske effekter

Irriterende på øyne, hud og slimhinner.

Kvantitative data

Ikke relevant

Diskusjon av data

Yrkesmessig håndtering av sement ansees å kunne utføres forsvarlig uten spesiell helserisiko.

Litteratur

Datablad fra Direktoratet for arbeidstilsynet, nr. 90, feb. 1986.

ACGIH Documentation of TLV's and BEI's (1991)

Chemfinder

Environmental Defense Fund

RTECS

Kalsiumoksid – Cas-nr. 1305-78-8

CaO MW=56.1

Synonymer

Kalsiumoksid, Brent kalk, Ulesket kalk, Lime, Sement

Kjemiske og fysiske egenskaper

Grått, krystallinsk pulver. Reagerer hygroskopisk med vann under varmeutvikling og danner «lesket kalk».

Bruksområder

Vanntetting i mur og betong. Inngår ellers som komponent ved tilvirking av betong.

Eksponeringsdata

Foreligger ikke

Forbruk

Høyvolummateriale.

Toksiske effekter

Sterk alkalisk reaksjon med fuktighet. Irriterende og etsende på hud, øynene og slimhinner. Langvarig kontakt med hud kan gi sprekkdannelser og eksem

Kritiske toksiske effekter

Irriterende på hud, øynene og slimhinner.

Kvantitative data

Administrativ norm: 2 mg/m³

Diskusjon av data

Kalsiumoksid virker meget irriterende og etsende på hud, øynene og slimhinner. Ved kontakt med vann dannes Ca(OH)₂, som er sterkt etsende (varmeutvikling). Kalsiumoksid inngår ved produksjon av betong.

Litteratur

Tilsetningsstoff til sement: Kalsiumhydroksid Cas-nr 1305-62-0

Årlig forbruk ca 9900 tonn

Irriterende på øynene, hud og slimhinner

Aluminasement – Cas-nr. 65997-16-2

Et stoff som består av mange enkeltstoffer.

Bruksområder

Inngår som del i sement for reparasjon av betong.

Eksponeringsdata

Foreligger ikke

Forbruk

Foreligger ikke

Toksiske effekter

Irriterende på hud, øynene og slimhinner.

Kritiske toksiske effekter

Irriterende på hud, øynene og slimhinner.

Kvantitative data

Administrativ norm: ikke angitt.

Diskusjon av data

Det foreligger lite data om toksiske effekter. Ut fra likhetsvurdering med andre sementtyper vurderes stoffet som irriterende på hud, øynene og slimhinner. Toksisiteten vurderes tilsvarende annen sement, f.eks Portland Cement.

Silikatbaserte injeksjonsmidler

Silikater, i form av forskjellige vannglassprodukter benyttes til injeksjon i fjell. Stoffet er basert på enten Na- eller K-silikater, og tilsettes små mengder etanol som hjelpereagens for polymerisering. Herved dannes en gel som er det tettende materialet. Fra tidligere (HD 875/82) er vi kjent med at organiske estere også er benyttet som *initiator*. Det foreligger imidlertid ingen dokumentasjon på bruk av estere i forbindelse med denne vurderingen. Imidlertid foreligger det dokumentasjon på at silikater og estere inngår som reagenser i forbindelse med bruk av akrylamid (se dette).

De helseskadelige effekter for de ulike silikatene er så like at de bli behandlet samlet her. Der det er nødvendig er informasjonen spesifisert for det enkelte stoff.

Natriumsilikat - Cas-nr. 1344-09-8

Kaliumsilikat - Cas-nr. 1312-76-1

K_4SiO_4 MW = 284.4

Na_4SiO_4 MW = 184.0

Synonymer

Vannglass, metasilikat, natronsilikat, natronvannglass, kalisilikat, kalivannglass, ortosilikat

Kjemiske og fysiske egenskaper

Materialene reagerer sterkt basisk (kaustisk) med vann (fuktighet)

Bruksområder

Anvendes som injeksjonsmiddel i fjell.

Eksponeringsdata

Foreligger ikke

Forbruk

Na-silikat ca 4200 tonn årlig.

K-silikat ca 70 tonn årlig.

Det ble produsert 28 000 tonn i USA (1978)

Toksiske effekter

Irriterende på hud, øyne og slimhinner.

Det foreligger ingen dokumentasjon i RTECS og det eksisterer ingen eksponeringsgrenser.

Kritiske toksiske effekter

Irriterende på hud, øyne og slimhinner.

Kvantitative data

Foreligger ikke.

Diskusjon av data

Risikoen for helseeffekter er knyttet til alkalisk, irriterende reaksjoner på øyne, hud og slimhinner.

Det foreligger toksiske data (RTECS) på natrium metasilikat, Na_2SiO_3 , Cas-nr. 6834-92-0.

Dette materialet benyttes ikke som tetningsmiddel, men til vask og rensing (avfetting). I tillegg til irriterende effekter, er det påvist reproduksjonsforstyrrelser på albino-rotter. (1) Reproduksjonsskader ansees som neglisjerbare i denne sammenheng.

Litteratur

Römpp, vol. 6, 3883-3884 (1977)

Kirk-Othmer, vol. 20, 855-880 (1982)

RTECS

Chemfinder

Environmental Defense Fund (EDF)

Artikler

1. Smith GS, Neumann AL, Gledhill and Arzola CA. Effects of «soluble» silica on growth, nutrient balance and reproductive performance of albino rats. J. Anim. Sci. 36 (2);1973, 271-278.

Etterskrift

Forbud

Denne rapporten var opprinnelig ferdig 1. mars 1999. Akrylamid er senere blitt forbudt benyttet til anleggsarbeid:

Forskrift om forbud mot bruk av akrylamidbaserte injeksjonsmidler til tetting av vannlekkasjer i anleggsvirksomhet).

Denne forskriften gjelder bruk av produkt som inneholder akrylamid til tetting av vannlekkasjer i forbindelse med anleggsvirksomhet. Med akrylamid menes i denne forskriften akrylamid (cas.nr. 79-06-1) og/eller metylolakrylamid (cas.nr. 924-42-5). Forskriften omfatter ikke polyakrylamidprodukter som inneholder mindre enn 1% akrylamid.

Vedtatt: 23.12.99 Bestillingsnr.: T-1316

Data fra SFT sin internettside:

<http://www.sft.no/4264.html>

<http://www.lovdatabasen.no/for/sf/md/td-19991223-1494-0.html>

Prosjekter ved Statens arbeidsmiljøinstitutt

Statens arbeidsmiljøinstitutt har 2 prosjekter under arbeid der en studerer mulige helseeffekter med akrylamid. Hittil er en rapport offentliggjort:

Kartlegging av mulige nerveskader etter arbeid med akrylamid-holdig tetningsmiddel i Romeriksporten / Helge Kjuus...[et al.]. - Oslo : Statens arbeidsmiljøinstitutt, 1999. - 12 s - (HD1107/99 FOU)

Andre rapporter

Farlige kjemikalier i bruk i samferdselsanlegg

Rapport 99:22 – Statens forurensningstilsyn.

Det brukes store mengder kjemikalier som kan medføre helse- og miljørisiko ved utbygging og drift av større vei- og tunnelprosjekter. Den viktige helse- miljø og sikkerhets informasjonen (HMS-datablad) som følger stoffene, varierer dessuten mye i kvalitet. Det viser en kartlegging Statens forurensningstilsyn (SFT) har fått laget etter erfaringene fra Romeriksporten.

I Hallandsåsen i Sverige ble det også påvist høy eksponering for akrylamid blant tunnelarbeidere. Det er offentliggjort flere rapporter fra undersøkelser i Hallandsåsen. Kring Hallandsåsen : Delrapport från Tunnelkommissionen / Tunnelkommissionen. - Stockholm : Fritzes, 1998. - 96 s. + 4 bilag. - (Statens offentliga utredningar ; 1998:60)