



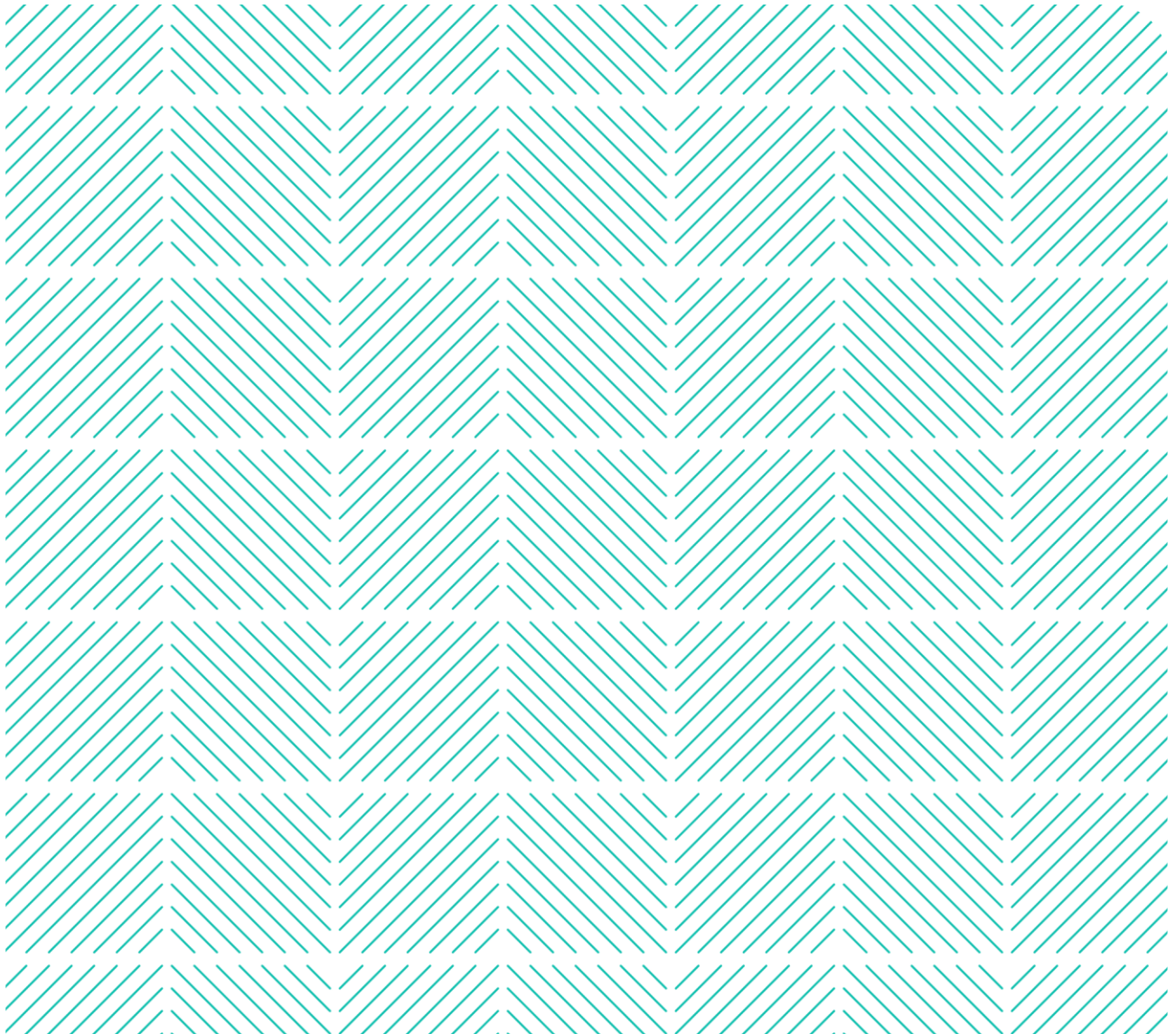
Arbeidstilsynet

Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd)

Januar 2021

Revisjon av direktiv 2019/983/EU – Høringsutkast



Januar 2021
Arbeidstilsynet
Postboks 4720 Torgarden
7468 Trondheim

Tittel: Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd)

Revisjon av direktiv 2019/983/EU – Høringsutkast

Dette dokumentet omhandler det toksikologiske grunnlaget og vurderinger, samt tekniske og økonomiske hensyn for fastsettelse av grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd).

Innhold

Innhold	3
Forord	4
Innledning	5
1. Stoffets identitet	5
2. Fysikalske og kjemiske data	6
2.1 Forekomst og bruk	7
3. Grenseverdier	7
3.1 Nåværende grenseverdi	7
3.2 Grenseverdi fra EU	7
3.3 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner	8
3.4 Stoffets klassifisering	8
3.5 Biologisk overvåking	10
3.6 Andre reguleringer	10
4. Toksikologiske data og helseeffekter	10
4.1 Anbefaling fra SCOEL	10
4.2 Kommentarer fra TEAN	10
5. Bruk og eksponering	15
5.1 Opplysning fra Produktregistret	15
5.2 Eksponering og måledokumentasjon	15
6. Vurdering	18
7. Konklusjon med forslag til grenseverdi og anmerkninger	19
8. Grenseverdi og anmerkninger	19
Referanser	20

Forord

Grunnlagsdokumenter for fastsettelse av grenseverdier utarbeides av Arbeidstilsynet i samarbeid med Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) og partene i arbeidslivet (Næringslivets hovedorganisasjon/Norsk Industri og Landsorganisasjonen i Norge) i henhold til Strategi for utarbeidelse og fastsettelse av grenseverdier for forurensninger i arbeidsatmosfæren.

Dette dokumentet er utarbeidet ved implementering av direktiv 2019/983/EU fastsatt 5. juni 2019, og er den tredje endringen av karsinogen-mutagen-direktivet 2004/37/EC om vern av arbeidstakere mot risiko ved å være utsatt for kreftfremkallende eller arvestoffskadelige stoffer (arbeidsmiljødirektivet). EU har som mål å fastsette juridisk bindende grenseverdier for 50 kreftfremkallende stoff gjennom fire endringsdirektiv til karsinogen-mutagen-direktivet. Når bindende grenseverdier er vedtatt i EU må medlemslandene/EØS-landene innføre samme verdi eller lavere. De bindende grenseverdiene tar hensyn til tekniske, økonomiske vurderinger i tillegg til de helsebaserte vurderingene.

Arbeidstilsynet har ansvaret for revisjonsprosessen og utarbeidelse av grunnlagsdokumenter for stoffene som blir vurdert. Det toksikologiske grunnlaget for stoffene i denne revisjonen baserer seg i hovedsak på kriteriedokumenter fra EUs vitenskapskomité for fastsettelse av grenseverdier, Scientific Committee for Occupational Exposure Limits (SCOEL). EU-kommisjonen kan også velge kriteriedokumenter fra andre vitenskapskomiteer, som ECHA sin vitenskapskomite Risk Assessment Committee (RAC). Statens arbeidsmiljøinstitutt ved Toksikologisk ekspertgruppe for grenseverdier (TEAN) bidrar med toksikologiske vurderinger i dette arbeidet.

Informasjon om bruk og eksponering i Norge innhentes fra Produktregisteret, og tilgjengelige eksponeringsdata fra virksomheter i ulike næringer fås fra eksponeringsdatabasen EXPO ved STAMI.

Beslutningsprosessen skjer gjennom drøftingsmøter der Arbeidstilsynet, Næringslivets hovedorganisasjon/Norsk Industri og Landsorganisasjonen i Norge deltar, orientering til Regelverksforum, og med påfølgende offentlig høring. Konklusjonene fra høringen med forskriftsendringer og nye grenseverdier forelegges Arbeids- og sosialdepartementet som tar den endelige beslutningen om forskriftsfastsettelse av grenseverdiene.

Innledning

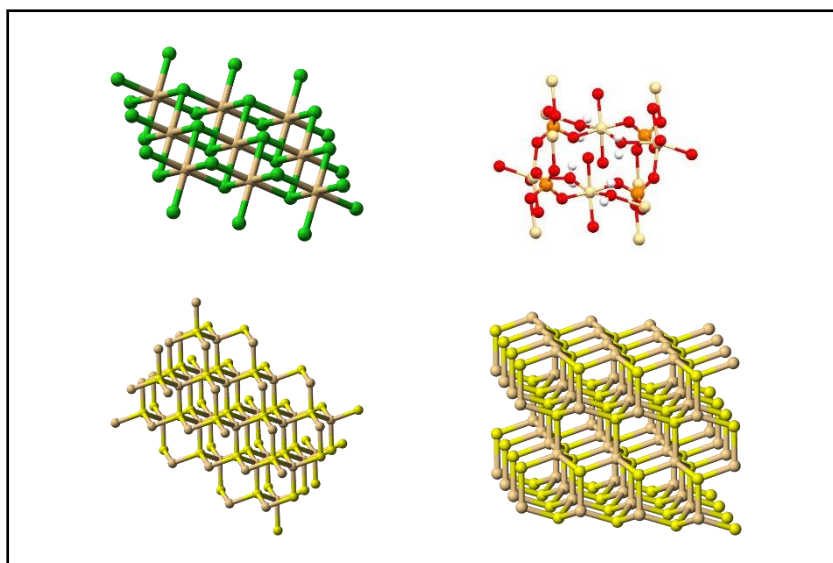
Dette dokumentet omhandler vurderingsgrunnlaget for fastsettelse av grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd). Innholdet bygger spesielt på anbefalinger fra Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) i EU for dette stoffet [1], samt vurderinger og kommentarer fra toksikologisk ekspertgruppe for grenseverdier, TEAN, ved Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI).

1. Stoffets identitet

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd) gjelder i dette dokumentet kadmiumoksid, kadmiumklorid, kadmiumsulfat og kadmiumsulfid og deres molekylformler, stoffenes identifikasjonsnumre i Chemical Abstract Service (CAS-nr.), European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EINECS-nr. el. EC-nr.) er gitt i tabell 1. Krystallstrukturer av kadmiumklorid, kadmiumsulfat og kadmiumsulfid er vist i figur 1.

Tabell 1. Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser og deres identitet.

Kjemisk navn	Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (unntatt kadmiumoksid) (beregnet som Cd)	Kadmiumoksid	Kadmiumklorid	Kadmiumsulfat	Kadmiumsulfid
Molekylformel	Cd	CdO	CdCl ₂	CdSO ₄	CdS
Synonymer	-		Kadmiumdiklorid	-	-
CAS-nr.	7440-43-9	1306-19-0	10108-64-2	10124-36-4	1306-26-3
EC-nr.	231-152-8	215-146-2	233-296-7	233-331-6	--
Index-nr.	048-002-00-0	048-002-00-0	048-008-00-3	048-009-00-9	-



Figur 1. Krystallstrukturer av kadmiumklorid øverst til venstre (https://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium_chloride), kadmiumsulfat øverst til høyre (https://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium_sulfate) og kadmiumsulfid (hawleyitt nederst til venstre, https://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium_sulfide#/media/File:Hawleyite-3D-balls.png) og greenockitt nederst til høyre,

https://en.wikipedia.org/wiki/Cadmium_sulfide#/media/File:Greenockite-3D-balls.png.

2. Fysikalske og kjemiske data

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser som er inkludert i grunnlagsdokumentet er kadmiumoksid (CdO), kadmiumklorid (CdCl₂), kadmiumsulfat (CdSO₄) og kadmiumsulfid (CdS), og forbindelsene er giftige, spesielt ved inhalasjon av støv fra disse forbindelsene.

Kadmium er et giftig sølv-hvitt metallisk grunnstoff, og det finnes naturlig i jordskorpa. Metallet er så bløtt at det kan skjæres med kniv. Kadmium er korrosjonsbestandig, har lavt smeltepunkt og høy termisk og elektrisk ledningsevne. Kadmium har mange felles egenskaper med sink og finnes som kadmiumsulfid sammen sinkmaterialer.

Kadmiumsulfid er den viktigste kadmiumforbindelsen og foreligger som oransjefarget/brunt pulver. I naturen forekommer kadmiumsulfid som de sjeldne mineralene med krystallstruktur, greenockitt og hawleyitt. Kadmiumsulfid foreligger oftere som forurensning i tilsvarende krystallstrukturer for sink.

Kadmiumoksid er et fast stoff med varierende farge (grønngul-mørkebrun) og er et amortert oksid.

Kadmiumklorid er en hvit krystallinsk forbindelse og er svært oppløselig i vann og lettøselig i alkohol.

Kadmiumsulfat er en serie av uorganiske forbindelser med formelen CdSO₄ · xH₂O. Det anhydrerte saltet (CdSO₄) er en av disse formene av Cd-salter. Alle saltene er fargeløse og er svært oppløselige i vann.

Det vises til tabell 2 for fysikalske og kjemiske data for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser.

Tabell 2. Fysikalske og kjemiske data for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser beregnet som Cd, kadmiumoksid, kadmiumklorid, kadmiumsulfat og kadmiumsulfid.

Molekylformel	Cd	CdO ¹	CdCl ₂ ¹	CdSO ₄ ¹	CdS ¹
Molekylvekt (g/mol)	112,41	128,41	183,32	208,48	144,48
Fysisk tilstand	Sølv-hvitt metall	Brunt pulver	Hvite krystaller	Fargeløse til hvite krystaller	Gul-oransje-brune krystaller
Smeltepunkt (°C)	321	Ca. 1400	-	-	-
Tetthet, 20 °C (g/cm ³)	8,6	8,2	-	-	-
Fordelingskoeffisient n-oktanol/vann (log K _{ow})	-	-	-	-	-
Løselighet i vann (g/l)	Ikke løselig i vann	Nesten ikke løselig i vann	1400 (ved 20 °C)	755 (ved 25 °C)	0,0013 (ved 18 °C)
Omregningsfaktor, 20 °C	1 ppm = 4,68 mg/m ³	1 ppm = 5,34 mg/m ³	1 ppm = 7,63 mg/m ³	1 ppm = 8,67 mg/m ³	1 ppm = 6,01 mg/m ³

Data er gitt av TEAN.

¹ Data hentet fra SCOEL [1]

2.1 Forekomst og bruk

Den største mengden av kadmium produseres i forbindelse med utvinning av sink, og sinkproduksjon forekommer i mange deler av verden, så derfor er eksponering for kadmium et globalt helseproblem. Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser er svært giftige og bruken av dem ønskes derfor å bli begrenset.

På grunn av kadmiums fysikalske og kjemiske egenskaper er metallet velegnet for mange ulike industrielle bruksområder. I dag brukes mesteparten av kadmium i elektriske komponenter i alkaliske batterier, mens resten brukes i maling, ved overflatebehandling og metallisering og som stabilisator i plast.

Kadmiumsulfider er mye brukt i forskjellige malingspigmenter da stoffet har stor bestandighet og lysekthet, kadmiumoksid brukes hovedsakelig i fremstilling av fosforforbindelser og halvledere samt i batterier, og kadmiumklorid brukes i fremstilling av kadmiumsulfid, og også til fotokopiering og galvanisering.

3. Grenseverdier

3.1 Nåværende grenseverdi

Nåværende grenseverdi (8-timers TWA) i Norge med anmerkninger for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser er:

0,05 mg/m³ med anmerkning K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende).

Denne grenseverdien ble revidert og fastlagt som administrativ norm i 1978, og fikk anmerkning K i 1990. Denne administrative normen ble senere forskriftsfestet i 2013 i den da nye forskrift om tiltaks- og grenseverdier.

3.2. Grenseverdi fra EU

Basert på anbefalinger fra den europeiske vitenskapskomiteen, SCOELs kriteriedokument av 8. februar 2017 [1] har EU fastsatt en bindende grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser. Dagens grenseverdi i EU, etter implementering av direktiv 2019/983/EU fastsatt 5. juni 2019 (tredje endring av karsinogen-mutagen-direktivet 2004/37/EC) er:

BOELV (Binding Occupational Exposure Limit Value): 0,001 mg/m³ (TWA 8 timer) som inhalerbar fraksjon.

Siden det kan være vanskelig å overholde en grenseverdi på 0,001 mg/m³ innen direktivets implementeringsfrist har EU foreslått to alternative løsninger til overgangsordning fram til 11. juli 2027 som:

Enten, en BOELV (Binding Occupational Exposure Limit Value): 0,004 mg/m³ (inhalerbar fraksjon)

Eller, en BOELV (Binding Occupational Exposure Limit Value): 0,004 mg/m³ (respirabel fraksjon) som forutsetter et biomonitoreringssystem der den biologiske grenseverdien ikke skal overstige 0,0022 mg kadmium per gram kreatinin i urin.

3.3. Grenseverdier fra andre land og organisasjoner

Grenseverdier for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser fra andre land og organisasjoner er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Grenseverdier for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser fra andre land og organisasjoner.

Land Organisasjon	Grenseverdi (8 timer)		Korttidsverdi (15 min)		Anmerkning Kommentar
	Ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Sverige ¹	- -	0,02 0,002	-	-	Totalstøv Respirabel fraksjon C (kreftfremkallende), M (krav om medisinsk kontroll) R (Reproduksjonstoksisk) for kadmiumklorid
Danmark ²	-	0,005	-	0,010	K (kreftfremkallende) unntatt CdO, CdS
Finland ³	-	0,004	-	-	Respirabel fraksjon
Storbritannia ⁴	-	0,025	-	-	Carc (kreftfremkallende) for Cd metall, kadmiumklorid, fluorid og sulfat.
Nederland ⁵	-	0,004	-	-	C (kreftfremkallende)
OSHA, USA ⁶	-	0,005			
NIOSH, USA ⁶		0,01			Inhalerbar fraksjon
ACGIH, USA ⁸	-	0,01 0,002			Cd, A2 (kreftfremkallende), BEI (biologisk grenseverdi i blod og urin) Cd-forbindelser, A2, BEI (biologisk grenseverdi i blod og urin)

¹ Arbetsmiljöverkets Hygieniska gränsvärden AFS 2018:1,

<https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/hygieniska-gransvarden-afs-2018-1.pdf>,5

² At-vejledning, stoffer og materialer - C.O.1, 2007, <https://at.dk/media/5941/c-0-1-graensevaerdilisten-2007-t.pdf>

³ Social og helsøvsrdsministeriet, HTP-värden, Koncentrationer som befunnits skadliga, Helsingfors, 2016,

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160972/STM_10_2018_HTPvarden_2018_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

⁴ EH40 andre utgave, 2013, <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf>

⁵ Det sosio-økonomiske råd, SER, 2020, <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/CadmiumenanorganischecadmiumverbindingenCd>

⁶ AGS, GESTIS International limit values, <https://limitvalue.ifa.dguv.de/>

⁷ Baua, TRGS 910, 2014 revidert 1.7.2020, https://www.baua.de/EN/Service/Legislative-texts-and-technical-rules/Rules/TRGS/pdf/TRGS-910.pdf?__blob=publicationFile&v=2

⁸ ACGIH, TLVs and BEIs, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices, 2020.

3.4. Stoffets klassifisering

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser er klassifisert og merket i henhold til CLP Annex VI (Europaparlaments og rådsforordning (EF) nr. 1272/2008 av 16. desember 2008), tabell 3.1 (Liste over harmonisert klassifisering og merking av farlige kjemikalier). Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (kadmiumoksid, kadmiumklorid og kadmiumsulfat) er klassifisert og merket med koder i henhold til fareklasse, kategori og faresetninger, som gitt i tabell 4. Kadmiumsulfid er ikke klassifisert etter CLP.

Tabell 4. Fareklasser, farekategori med forkortelse, merkekoder og faresetninger for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser.^{1,2}

Stoff	Fareklasse Farekategori Forkortelse	Merkekode	Faresetning
Kadmium	Selvantennende faste stoffer Kategori 1 Pyr. Sol. 1	H250	Selvantenner ved kontakt med luft
Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Akutt giftighet Kategori 3 Acute. Tox. 3	H301	Giftig ved svelging
Kadmium Kadmiumoksid kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Akutt giftighet Kategori 1, 2 Acute Tox. 1, 2	H330	Dødelig ved innånding
Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Kjønnsцелеmutagenitet Kategori 1A Kategori 1B Muta. 1A Muta. 1B	H340	Kan forårsake genetiske skader ³
Kadmium Kadmiumoksid	Kjønnscele- mutagenitet Kategori 2 Muta. 3	H341	Mistenkes for å kunne forårsake genetiske skader ³
Kadmium Kadmiumoksid Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Kreftfremkallende egenskaper Kategori 1A Carc. 1A	H350	Kan forårsake kreft ³
Kadmium Kadmiumoksid Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Spesifikk målorgantoksisitet – gjentatt eksponering Kategori 1 STOT RE 1	H372**	Forårsaker organskader ⁴ ved langvarig eller gjentatt eksponering ³
Kadmium Kadmiumoksid Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Farlig for vannmiljøet Akutt kategori 1 Aquatic Acute 1	H400	Meget giftig for liv i vann
Kadmium Kadmiumoksid Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Farlig for vannmiljøet Kronisk kategori 1 Aquatic chronic 1	H410	Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann
Kadmiumklorid Kadmiumsulfat	Reproduksjonstoksisitet Kategori 1A, kategori 1B Repr. 1A, Repr. 1B	H360FD ⁵	Mistenkes for å kunne skade forplantningsevnen. Mistenkes for å kunne gi fosterskader.
Kadmium Kadmiumoksid	Reproduksjonstoksisitet Kategori 2 Repr. 2	H361fd ⁵	Mistenkes for å kunne skade forplantningsevnen. Mistenkes for å kunne gi fosterskader.

¹ CLP ((Forordning (EC) Nr. 1272/2008), <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M259/M259.pdf>

² <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

³ Angi eksponeringsvei dersom det med sikkerhet er fastslått at ingen andre eksponeringsveier er årsak til faren.

⁴ Eller angi alle organer som påvirkes dersom disse er kjent

⁵ F = Fruktbarhet, D = Utvikling (små bokstaver f, d = mistenkt virkning)

3.5 Biologisk overvåking

For å vurdere grad av eksponering for forurensning i luften på arbeidsplassen kan man anvende konsentrasjonen av forurensningen i arbeidstakerens urin, blod eller utåndingsluft, eller annen respons på eksponeringen i kroppen. EU har satt verdier for dette kalt biologisk grenseverdi (BLV).

SCOEL har fremmet et forslag til biologisk grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser:

2 µg Cd/g kreatinin i urin (prøvetakingstiden er ikke kritisk).

3.6 Andre reguleringer

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser inkludert i grunnlagsdokumentet er identifisert som stoff med svært betenkelige egenskaper (SVHC) og står på EUs kandidatliste. Stoffene på kandidatlista er kandidater for videre regulering. Leverandører av kjemikalier og produkter som inneholder stoffer på kandidatlista har informasjonsplikt til sine kunder og til det europeiske kjemikaliebyrået ECHA. [2]

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser er ikke ført opp på listen over stoffer med krav til autorisasjon (REACH, vedlegg XIV). [3]

Det europeiske kjemikaliebyrået ECHA har samlet 40 regelverk i en database med informasjon om hvordan kjemiske stoffer er regulert, og regelverk for de stoffene er søkbare: [ECHA-søk](#).

I tillegg til regelverk for grenseverdi og klassifisering som er omtalt i dette dokumentet, kan man søke andre gjeldende regelverk for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser her: [kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser](#).

4. Toksikologiske data og helseeffekter

4.1 Anbefaling fra SCOEL

SCOEL [1] vurderer kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser som kreftfremkallende gruppe C (gentoksisk karsinogen med en mekanismebasert terskel) og anbefaler en helsebasert bindende grenseverdi 0,001 mg/m³ (8-timers TWA) for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser [1].

4.2 Kommentarer fra TEAN

Grunnlag for bindende grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser oppfyller kriteriene for klassifisering som kreftfremkallende (kategori 1B) i samsvar med forordning (EC) nr. 1272/2008 og er derfor definert som kreftfremkallende stoff i henhold til direktiv 2004/37/EF.

Grunnlagsdokument

Som grunnlagsdokument er SCOELs Opinion from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Cadmium and its inorganic compounds SCOEL/OPIN/336 [1] fra 2017 benyttet.

I tillegg til SCOELs anbefaling fra 2017 har TEAN gjennomgått følgende litteratur:

- Dutch Expert Committee on Occupational Safety (DECOS). 2019. Cadmium and inorganic cadmium compounds - Health-based recommendation on occupational exposure limits [4].

Kreftklassifisering

IARC: Gruppe 1 (kreftfremkallende for mennesker) basert på tilstrekkelig bevis for at kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser forårsaker lungekreft, og at positive assosiasjoner er observert med kreft i nyrer og i prostata (2012) [5].

SCOEL: Gruppe C (gentoksisk karsinogen med en mekanismebasert terskel) (2017) [1].

NTP: Known to be human carcinogens (2016) [6].

Karsinogenisitet og mekanismer

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser behandles under ett i alle de tidligere nevnte kriteriedokumentene, fordi det antas at toksisiteten er knyttet til kadmiumionet som er felles for disse forbindelsene. Det kan derfor forventes at det kreftfremkallende potensialet for en gitt kadmiumforbindelse avhenger av i hvilken grad forbindelsen frigjør kadmiumioner under eksponeringsforholdene.

Den viktigste eksponeringsveien for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser i yrkessammenheng er via inhalasjon, men ytterligere opptak kan skje ved inntak av forurenset mat og/eller tobakksrøyking.

Kadmium absorberes i luftveiene i opptakrater som varierer mellom 2 og 50 prosent avhengig av hvilke kadmiumforbindelse som tas opp, størrelsen på partiklene, hvor i luftveiene partiklene avsettes og pusterate.

De primære målorganene etter opptak via luftveiene er lunger og nyrer. Kadmium skilles svært langsomt ut fra kroppen, med en halveringstid fra 10 til 30 år. Det betyr at det gjennom hele livet skjer en akkumulering av kadmium i kroppen.

Kadmiumsalter forårsaker ikke DNA-skader i celleekstrakter eller med isolert DNA, og gentoksisiteten forklares med indirekte gentoksisitet [5].

På cellenivå påvirker kadmium celleproliferasjon, differensiering, apoptose og andre cellulære aktiviteter. Nåværende kunnskap tyder på at eksponering for kadmium induserer genomisk ustabilitet gjennom komplekse og multifaktorielle mekanismer. Det viktigste ser ut til å være Cd^{2+} - interaksjon med, og hemming av DNA-reparasjonsmekanisme, generering av reaktive oksygenforbindelser og induksjon av apoptose.

Mekanismen for kadmiums kreftfremkallende egenskap involverer både ikke-gentoksiske hendelser som interaksjoner med DNA-reparasjonsprosesser og gentoksiske hendelser mediert av indirekte mekanismer (f.eks. oksidativt stress). De ikke-gentoksiske mekanismene er ikke-stokastiske og en terskel kan identifiseres. Det er rapportert en terskel på $1 \text{ mg/m}^3 \times \text{år}$ (eller $0,025 \text{ mg/m}^3$ over 40 år) for gentoksiske effekter hos arbeidere utsatt for kadmium ved innånding.

De mekanismene som er kjent for kadmiums kreftfremkallende egenskaper støtter at det eksisterer en terskel under hvilken det ikke forventes noen effekt.

SCOEL konkluderer med at virkningsmekanismen for karsinogenese er indirekte gentoksisisk. Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser klassifiseres derfor som kategori C-karsinogener. Det vil si gentoksiske karsinogener hvor det kan defineres en praktisk terskel under hvilken det ikke forventes noen effekt, og at det derfor er mulig å utlede en helsebasert grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser.

Kreftundersøkelser hos mennesker

Flere kohortstudier av arbeidere har funnet at eksponering for forskjellige kadmiumforbindelser øker risikoen for å dø av lungekreft. Selv om andre faktorer som kan øke risikoen for kreft, som samtidig eksponering for arsen, var til stede i flere av disse studiene, er det lite sannsynlig at den økte risikoen for lungekreft helt og holdent skyldtes disse faktorene. Oppfølging av noen av disse kohortene har ikke fullt ut eliminert arseneksponering som en mulig konfunder, men har bekreftet at kadmiumeksponering er assosiert med forhøyet lungekreftisiko.

Noen kohortstudier viser sammenheng mellom eksponering for kadmium og kreft i prostata, nyre eller urinblære, mens andre studier ikke bekrefter dette.

Kreftundersøkelser i forsøksdyr

Kadmiumforbindelser forårsaker svulster i flere arter av forsøksdyr, i ulike vev og via ulike eksponeringsveier. Eksponering for ulike kadmiumforbindelser ved inhalasjon forårsaket lungekreft hos rotter, der svulstforekomsten økte med økende eksponeringsnivå. Lungesvulster ble også av og til observert hos mus utsatt for kadmiumforbindelser ved inhalasjon. Ved oral administrering til rotter forårsaket kadmiumklorid doserelaterte økninger i forekomsten av leukemi og godartede testikkelsvulster.

I flere studier med rotter og mus forårsaket en eller flere injeksjoner (subkutan, intramuskulær eller intraperitoneal) av forskjellige løselige og ikke-løselige kadmiumforbindelser svulster på injeksjonsstedet. Subkutan injeksjon av kadmiumforbindelser forårsaket svulster på forskjellige vevsteder, inkludert prostatasvulster i rotter, testikkelsvulster hos rotter og mus, lymfekreft hos mus, binyresvulster i hamster og mus, og lunge- og leversvulster i mus. Subkutan administrering av kadmiumklorid til rotter forårsaket svulster i hypofysen [6].

Hudopptak

Det er få studier som har studert hudopptak av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser. SCOEL og DECOS [4] refererer begge til samme studie som har undersøkt hudabsorpsjon av kadmium ($^{109}\text{CdCl}_2$) gjennom humane hudceller *in vitro*. Opptaket var svært lavt og både SCOEL og DECOS anser at en hudnotasjon ikke er berettiget.

Andre helseeffekter

Nyretoksisitet

Kadmium fraktes fra luftveiene til leveren der det induserer syntese av metallothionein (MT) som antas å beskytte mot toksisitet ved å binde tungmetaller som kadmium. Kadmium opptrer oftest i oksidasjonstrinn +II, og Cd^{2+} /MT-komplekset frigjøres deretter sakte fra leveren og transporteres via blodet til nyrene. Der filtreres det gjennom glomerulus og reabsorberes i de proksimale tubuli. Inne i tubuluscellene blir metallothioneinet raskt nedbrutt i lysosomer og kadmium frigjøres. Dette stimulerer til ny syntese av metallothionein i tubuluscellene.

Når det totale kadmiuminnholdet i nyrebarken kommer opp imellom 50 og 300 $\mu\text{g/g}$ våtvekt, blir mengden kadmium som ikke er bundet til metallothionein tilstrekkelig høy til å forårsake skade på cellene i de proksimale tubuli. Frie kadmiumioner kan inaktivere metallavhengige enzymer, aktivere kalmodulin og skade cellemembraner gjennom å initiere dannelse av reaktive oksygenforbindelser [7].

Den tidligste indikasjonen på nyreskade hos mennesker er økt utskillelse av proteiner med lav molekylvekt, spesielt β_2 -mikroglobulin, α_1 -mikroglobulin og retinolbindende protein, økte urinnivåer av intracellulære enzymer som N-acetyl- β -glukosaminidase (NAG) og økt utskillelse av kalsium og metallothionein [1] og [7].

Påvirkning av beinbygningen

Høye kadmiumnivåer kan forstyrre omsetningen av kalsium og føre til avkalkning av skjelettet og bidra til benskjørhet (osteoporose) og osteomalasi (reduert innhold av kalsiumsalter i knoklene). Hos yrkeseksponerte er både benskjørhet og osteomalasi beskrevet [7].

Om slike skader kan forekomme ved svært lav kadmiumeksponering er usikkert. Antallet studier er begrenset, og dose-respons-forholdet mellom kadmiumbelastningen i kroppen og effekter på beinbygningen er ikke definert [1].

Akutte effekter i luftveiene:

Kadmiumoksid (CdO) kan dannes ved varme prosesser på kadmiumholdige materialer. Ved innånding i tilstrekkelig høy konsentrasjon er kadmiumoksid giftig for epitel- og endotelceller i alveolene og kan forårsaker akutt lungeødem. Tidlige symptomer ligner på metallrøykfeber (pustebesvær, tetthet i brystet og hoste som kan være forbundet med influensalignende symptomer som frysninger, feber og muskelsmerter). Når eksponeringen er tilstrekkelig høy utvikles kjemisk lungebetennelse og lungeødem innen 1 til 2 dager, en tilstand som kan være dødelig. Det er estimert at en 8-timers eksponering for 1 mg CdO/m³ vil kunne gi en akutt forgiftning og være dødelig [1]. De akutte effektene av kadmiumoksid på lungene merkes først etter en forsinkelse på 4 til 10 timer, og de som eksponeres kan som derfor akkumulere høye doser før de første symptomene opptrer. Vedvarende luftveiseffekter (ofte i mange år etter eksponeringen) er rapportert hos arbeidere som har overlevd den akutte fasen [7].

Kroniske effekter i luftveiene (ikke-karsinogene)

Kadmiumforbindelser kan påvirke lungefunksjonen gjennom direkte virkning på vev som følge av avsetning av inhalert aerosol. Dødeligheten på grunn av kadmiumeksponering har vært relatert til forekomsten av kronisk obstruktiv lungesykdom ved yrkesmessig eksponering for høye nivåer, eller etter langvarig lavgradig eksponering av kadmiumforbindelser [8].

Respirasjonseffekter av yrkesmessig kadmiumeksponering er også rapportert i nyere studier hvor det er utført lungefunksjonsmålinger, god eksponeringsvurdering og kontroll for å konfundere som andre industrielle eksponeringer og tobakksrøyking. Andre studier har imidlertid ikke vist kadmiumrelatert svekkelse av lungefunksjon, antagelig på grunn av forskjeller i intensiteten av eksponeringen, kadmiumforbindelsene involvert, variable diagnostiske kriterier eller ufullstendig kontroll for å konfundere.

Et vanlig funn etter studier av arbeidstakere utsatt for kadmium ved innånding er anosmi, eller manglende evne til å skille mellom forskjellige lukter etter innånding. Dette er funnet både ved lave og høye eksponeringsnivåer.

Sensibilisering

Studier av arbeidstakere eksponert for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser ved innånding har ikke rapportert om hud- eller øyeeffekter etter verken akutt eller kronisk eksponering. Det er ingen tilgjengelige data for sensibilisering av luftveiene hos mennesker forårsaket av kadmium.

SCOEL anser ikke kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser for å være sensibiliserende stoffer.

Reproduksjonstoksitet

Epidemiologiske studier gir ingen indikasjon på en sammenheng mellom eksponering via innånding for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser og fosterskadelig- og/eller fruktbarhetsreduserende effekt.

Effekter på reproduktive organer og fruktbarhet er observert i eksperimentelle studier (rotte) ved høye doser av kadmium-forbindelser (oral LOAEL 1 mg/kg/dag).

SCOEL (2017) mener at ytterligere informasjon er nødvendig for å forstå den mulige effekten av lave doser av kadmium i forsøksdyr, og anser ikke kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser for å være reproduksjonstoksiske stoffer.

Biomonitorering

SCOEL anbefaler å benytte analyse av kadmium i urin som indikator for eksponering, og anbefaler en biologisk grenseverdi på 2 µg kadmium per gram kreatinin i urin. Denne er hovedsakelig avledet for å beskytte mot

nyretoksisitet ved yrkesmessig eksponering for kadmium, men antas også å beskytte mot systemisk karsinogenisitet og for å beskytte mot andre systemiske effekter [1]. DECOS støttet SCOELs anbefaling på 2 µg kadmium per gram kreatinin både i 2013 og i 2019 [4].

Kreftrisiko og dose-respons sammenheng

I 2010 anbefalte SCOEL en grenseverdi for å beskytte mot ikke-kreftfremkallende effekter i luftveiene av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser på 0,004 mg/m³ (respirabel fraksjon) og en biologisk grenseverdi på 2 µg kadmium per gram kreatinin. Det ble anbefalt å bruke disse grenseverdiene i kombinasjon [9].

Den biologiske grenseverdi 2 µg kadmium per gram kreatinin er hovedsakelig avledet for å beskytte mot nyretoksisitet ved yrkesmessig eksponering for kadmium. Imidlertid antas denne grenseverdien også å beskytte mot systemisk karsinogenisitet og for å beskytte mot andre systemiske effekter (f.eks. osteoporose).

I 2017 anbefalte SCOEL igjen en biologisk grenseverdi på 2 µg kadmium per gram kreatinin i urin, men denne gangen anbefalte de en grenseverdi på 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon) som kan brukes uavhengig av den anbefalte biologiske grenseverdien. Denne grenseverdien er satt for å beskytte mot både potensiell nyretoksisitet (eller ytterligere systemiske effekter) og (systemisk eller lokal) kreftfremkallende effekt [1].

Årsaken til endringen i SCOELs grenseverdi fra 2010 til 2017 er at en grenseverdi på 0,004 mg/m³, når den ikke brukes i kombinasjon med den biologiske grenseverdien på 2 µg kadmium per gram kreatinin, ikke vil beskytte mot nyretoksisiteten til kadmium. Som underlag for dette brukte SCOEL evalueringer av både WHO (2000) og den tyske AGS (Ausschuß für Gefahrstoffe; BAuA) (2014) som pekte på en kumulativ, laveste effekt eksponering på 0,1-0,4 mg/m³ x år. For eksponering i et arbeidsliv på 40 år tilsvarer dette et LOAEC-område på 0,0025-0,01 mg/m³. AGS (2014) har beregnet at nyretoksiske effekter kan oppstå i omtrent 1 prosent av arbeidsstyrken etter 40 års eksponering for 0,004 mg/m³ i arbeidsatmosfæren. Følgelig bør en 8-timers grenseverdi (som ikke er forbundet med biologisk overvåking) for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser være 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon).

SCOEL (2017) viser til at det er rapportert en terskel på 1 mg/m³ x år (eller 0,025 mg/m³ i løpet av 40 år) for gentoksiske effekter (kromosomaberasjoner) hos arbeidere utsatt for kadmium ved innånding.

SCOEL antar en terskel for kreftfremkallende effekter på 0,001 mg Cd/m³ (inhalerbar fraksjon). Denne grenseverdien skal være beskyttende ved yrkeseksponering for både kreftfremkallende og ikke kreftfremkallende effekter.

TEANs vurdering

I EUs endringsdirektiv (EU) 2019/983 fastsettes en bindende grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd) på 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon).

I en overgangsperiode fram til 11. juli 2027 skal enten en grenseverdi på 0,004 mg/m³ (inhalerbar fraksjon) gjelde, eller en grenseverdi på 0,004 mg/m³ (respirabel fraksjon) for de landene som implementerer et biomonitoringsystem der den biologiske grenseverdien ikke skal overstige 2 µg kadmium per gram kreatinin i urin.

Norges grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelse (unntatt kadmiumoksid og beregnet som Cd) er 0,05 mg/m³ (totalstøv) med anmerkningen K (kreft).

For kadmiumoksid (beregnet som Cd) har Norge en grenseverdi (takverdi) på 0,02 mg/m³ (totalstøv) med anmerkningene K og T (takverdi). Norge har ingen biologisk grenseverdi for kadmium.

Innånding av kadmiumoksid i tilstrekkelig høy konsentrasjon kan føre til utvikling av pneumonitt og lungeødem innen kort tid, og kan være dødelig. TEAN anser at den ekstra sikkerheten takverdien for kadmiumoksid medfører bør beholdes.

TEAN anbefaler videre at anmerkningen K bør beholdes for begge de to oppføringene i grenseverdilista.

Fordi kadmium akkumuleres i kroppen vil en innføring av den biologiske grenseverdien på 2 µg kadmium per gram kreatinin i urin kunne brukes for å vurdere den totale kadmiumbelastningen et menneske har og ta hensyn til at arbeidstakere også er utsatt for ikke-yrkesmessig kadmium. Biologisk overvåking kan i overgangsperioden før den bindende grenseverdien 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon) trer i kraft derfor bidra til beskyttelse av arbeidstakerne og komplementere overvåkingen av konsentrasjonen av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser i arbeidsatmosfæren.

Dersom Norge ikke innfører grenseverdien på 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon) ved ikrafttredelse av direktivet, men benytter seg av overgangsordningen beskrevet over, anbefaler TEAN at det innføres en biologisk grenseverdi på 2 µg kadmium per gram kreatinin i urin.

5. Bruk og eksponering

5.1. Opplysning fra Produktregisteret

Data fra Produktregisteret er innhentet fra 2018, og inneholder opplysninger om mengde og bruk av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (kadmiumoksid, kadmiumsulfid og kadmiumhydroksid) i deklareringspliktige produkter. Netto maksimal mengde av kadmium i 88 deklareringspliktige produkter utgjør totalt 57 tonn. Produktregisteret inneholder i tillegg opplysninger om kadmiumoksid og kadmiumhydroksid i ett deklareringspliktig produkt hver som til sammen utgjør henholdsvis 8,4 og 19,95 tonn. Det er ikke registrert produktregisterdata for kadmiumsulfid.

Kadmium inngår i produksjon av bl.a. andre kjemikalier og kjemiske produkter som for eksempel maling, lakk, trykkfarger, til produksjon av betong-, sement- og gipsprodukter, av ikke-jernholdige metaller, metallkonstruksjoner, batterier og akkumulatører samt til annen industriproduksjon.

På grunn av sikkerhetsbestemmelsene i Produktregisteret kan vi ikke gi eksakte opplysninger om produkttypekode, produkttype (<4 produkter) og netto mengde (< 0,4 tonn) for deklareringspliktige produkter.

5.2. Eksponering og måledokumentasjon

5.2.1. EXPO-data

Rapporterte eksponeringsmålinger av kadmium er hentet fra STAMIs eksponeringsdatabase EXPO, og eksponeringsmålinger det kan rapporteres på er vist i tabell 5. Eksponeringsmålingene er utført i perioden 2000-2018 og resultatene viser totalt 1728 personbårne prøver oppgitt med konsentrasjonsangivelse mg/m³ hvor gjennomsnittet av alle målingene er svært lave og under dagens grenseverdi (0,05 mg/m³), og for 1516 av 1728 prøver ligger gjennomsnittet under den bindende grenseverdien (0,001 mg/m³) foreslått av EU. De 212 prøvene som ligger over foreslått bindende grenseverdi fra EU finner man i næringene 33 (reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr) og 38 (innsamling, behandling, disponering og gjenvinning av avfall).

Tabell 5. Oversikt over næringer hvor det er foretatt målinger av kadmium i perioden 2000-2018 og måleresultater for disse målingene. Næringer hvor det er registrert færre enn 4 virksomheter og færre enn 40 målinger er utelatt fra tabellen.

GV=grenseverdi.

Stoff	Næringskode Beskrivelse av næring	Antall virksomheter	Antall Prøver	Gj.snitt mg/m ³	Andel > GV %	Andel < GV %	Andel > ¼ GV og < GV %	Andel < 1/4 GV %
Kadmium (totalstøv inkl. ikke prøver med sveising/sveiserøyk)								
	24 Produksjon av metaller	16	465	0,00063	0,2	99,8	0,4	99
	27 Produksjon av elektrisk utstyr	6	97	0,00013	0	100	0	100
	30 Produksjon av andre transportmidler	7	93	0,00018	0	100	0	100
	33 Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	13	83	0,0037	1	99	4	95
	38 Innsamling, behandling, disponering og gjenvinning av avfall	11	129	0,0028	2	98	2	97
	84 Offentlig administrasjon og forsvar, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning	8	63	0,00039	0	100	0	100

Kadmium (sveising, respirabel fraksjon)								
	25 Produksjon av metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	88	545	0,00024	0	100	0,7	99,3
	33 Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	32	253	0,00042	0,4	99,6	0	99,6

5.2.2. Prøvetakings- og analysemetode

I tabell 6 er anbefalte metoder for prøvetaking og analyser av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd).

Tabell 6. Anbefalte metoder for prøvetaking og analyse av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd).

Prøvetakingsmetode	Analysemetode	Referanse
<p>Inhalerbar fraksjon: GSP/CIS kassett med 37 mm PVC filter, 5,0 µm porestørrelse. Luftgjennomstrømningshastighet 3,5L/min IOM prøvetaker med 25 mm PVC filter, 5,0 µm porestørrelse. Luftgjennomstrømningshastighet 2,0L/min</p> <p>Respirabel fraksjon: Higgins-Dewell respirabel syklon med 25 eller 37 mm PVC filter, 5,0 µm porestørrelse med luftgjennomstrømningshastighet 2,2L/min BGI GK2.69 syklon med 37 mm PVC filter, 5,0 µm porestørrelse. Luftgjennomstrømningshastighet 4,2L/min</p> <p>GS-1 Dorr-Oliver syklon med 25 eller 37 mm PVC filter, 5,0 µm porestørrelse med luftgjennomstrømningshastighet 2,0L/min</p>	ICP-OES ¹	NIOSH metode 7304 ²

¹ ICP-OES: Induktiv koblet plasma-optisk emisjonsspektrometri

² NIOSH metode 7304: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/7304.pdf>

Biologisk grenseverdi, analyse av kadmium:

Metode for Cd i urin: NIOSH metode 8310 – METALS in Urine

Metode for Cd i blod: Metoden er gitt i NIOSH 8005 – ELEMENTS in blood or tissue

6. Vurdering

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser er anbefalt klassifisert som kreftfremkallende (gruppe 1A karsinogen) av IARC, som betyr at forbindelsene er kreftfremkallende for mennesker. Dette er basert på tilstrekkelig bevis for at kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser forårsaker lungekreft, og at det er observert kreft i nyrer.

Kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser, unntatt kadmiumsulfid er klassifisert som Carc. 1a (kan forårsake kreft) og merket i henhold til CLP Annex VI (Forordning EF nr. 1272/2008), se tabell 4.

I TEANs vurdering blir det vist til vurderinger gitt av SCOEL og DECOS. TEAN viser til at SCOEL konkluderer med at virkningsmekanismen for karsinogene er indirekte gentoksisk hvor det kan defineres en terskel for kreftfremkallende effekter på 0,001 mg Cd/m³ (inhalerbar fraksjon). Denne terskelen skal være beskyttende for både ikke-kreftfremkallende (f.eks. nyretoksisitet) og kreftfremkallende effekter når arbeidstakere kan bli eksponert for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser. Dette samsvarer med direktivets forslag til grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser.

I Norge har kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser, også kadmiumoksid, fått anmerkningen K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende) og denne opprettholdes siden forbindelsene er klassifisert som kreftfremkallende carc. 1A. I tillegg har kadmiumoksid anmerkning T (takverdi er en øyeblikksverdi som angir maksimalkonsentrasjon av en kjemikalie i pustesonen som ikke skal overskrides), og siden innånding av kadmiumoksid i tilstrekkelig høy konsentrasjon kan føre til alvorlig lungesykdom innen kort tid, og kan være dødelig bør anmerkningen T for kadmiumoksid beholdes.

Data fra Produktregisteret gir opplysninger om mengde og bruk av kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser i 90 deklareringspliktige produkter som til sammen utgjør ca. 85 tonn, men på grunn av sikkerhetsbestemmelsene i Produktregisteret kan vi ikke ytterligere opplysninger om de deklareringspliktige produktene.

Eksponeringsdatabasen inneholder tilstrekkelig med målinger fra flere næringer til å kunne gi en oversikt over eksponeringsnivået for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser i Norge. De gjennomsnittlige eksponeringsmålingene som er presentert er registrert å ligge under dagens grenseverdi, og 88 % av alle målingene ligger under foreslått bindende grenseverdi (0,001 mg/m³) fra EU.

EUs konsekvensutredning inkluderer kostnader ved å analysere biologiske prøver inneholdende kadmium og kadmiumforbindelser (beregnet som Cd) i blod og urin, og anbefalinger en rutine for prøvetaking (f.eks. intervall for prøvetaking). I tillegg blir det vist til kjemikaliedirektivet 98/24/EC om regulering av helsekontroll for farlige kjemikalier, som allerede er inntatt i arbeidsmiljøforskriftene i Norge.

Arbeidstilsynet kan ikke se at det foreligger tekniske eller økonomiske argumenter for å ikke sette ned nåværende grenseverdi basert på den helsebaserte anbefalingen fra TEAN. Det foreligger derfor ikke grunnlag for en overgangsordning, og derfor heller ikke grunnlag for en biologisk grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser som er i tråd med TEANs anbefaling. Forslaget til en bindende grenseverdi for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser tilsvarer 0,001 mg/m³ som EU foreslår.

7. Konklusjon med forslag til ny grenseverdi og anmerkninger

På bakgrunn av den foreliggende dokumentasjonen og en avveining mellom de toksikologiske dataene og eksponeringsdata (dvs. tekniske og økonomiske hensyn) for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser, foreslås det at dagens grenseverdi skjerpes og anmerkning K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende) beholdes samt at anmerkning G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi for stoffet) innføres.

I tillegg foreslås det at dagens grenseverdi for kadmiumoksid skjerpes, at takverdien beholdes og at anmerkningene K og T (takverdi er en øyeblikksverdi som angir maksimalkonsentrasjon av en kjemikalie i pustesonen som ikke skal overskrides) beholdes, og at anmerkning G innføres.

- Forslag til grenseverdi og anmerkning for kadmium og uorganiske kadmiumforbindelser (beregnet som Cd):

Grenseverdi (8-timers TWA): 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon)

Anmerkninger: K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi for stoffet).

- Forslag til grenseverdi, takverdi og anmerkning for kadmiumoksid (beregnet som Cd):

Grenseverdi (8-timers TWA): 0,001 mg/m³ (inhalerbar fraksjon)

Grenseverdi (Takverdi): 0,02 mg/m³

Anmerkninger: K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende), T (takverdi er en øyeblikksverdi som angir maksimalkonsentrasjon av en kjemikalie i pustesonen som ikke skal overskrides) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi for stoffet).

8. Grenseverdi og anmerkninger

Dette kapitlet utarbeides etter at ASD har fastsatt den nye grenseverdien – altså etter drøftingene med partene, høringen og endelig forslag fra Arbeidstilsynet.

Referanser

1. SCOEL 2017. Opinion from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Cadmium and its inorganic compounds SCOEL/OPIN/336. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3325374b-0a14-11e7-8a35-01aa75ed71a1>, 2017.
2. Stoffer på kandidatlista, <https://echa.europa.eu/candidate-list-table>
3. Stoffer på autorisasjonslista, <https://echa.europa.eu/authorisation-list>
4. Dutch Expert Committee on Occupational Safety (DECOS). 2019. Cadmium and inorganic cadmium compounds - Health-based recommendation on occupational exposure limits. <https://www.healthcouncil.nl/binaries/healthcouncil/documents/advisory-reports/2019/03/20/cadmium-and-inorganic-cadmium-compounds/Cadmium+and+inorganic+cadmium+compounds.pdf>
5. IARC (International Agency for Research on Cancer) (2012). Cadmium and cadmium compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 100 C, pp.121-145. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-8.pdf>
6. NTP (National Toxicology Program). 2016. 14th Report on Carcinogens. Cadmium and Cadmium Compounds. <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/profiles/cadmium.pdf>
7. ATSDR [Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services] (2012). Toxicological profile for cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA, USA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>
8. IUPAC 2018. Risk assessment of effects of cadmium on human health (IUPAC Technical Report) Pure and Applied Chemistry Volume 90: Issue 4. <https://www.degruyter.com/view/journals/pac/90/4/article-p755.xml>
9. SCOEL 2010. Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Cd and its inorganic compounds 2010 SCOEL/SUM/136G.

www.arbeidstilsynet.no