

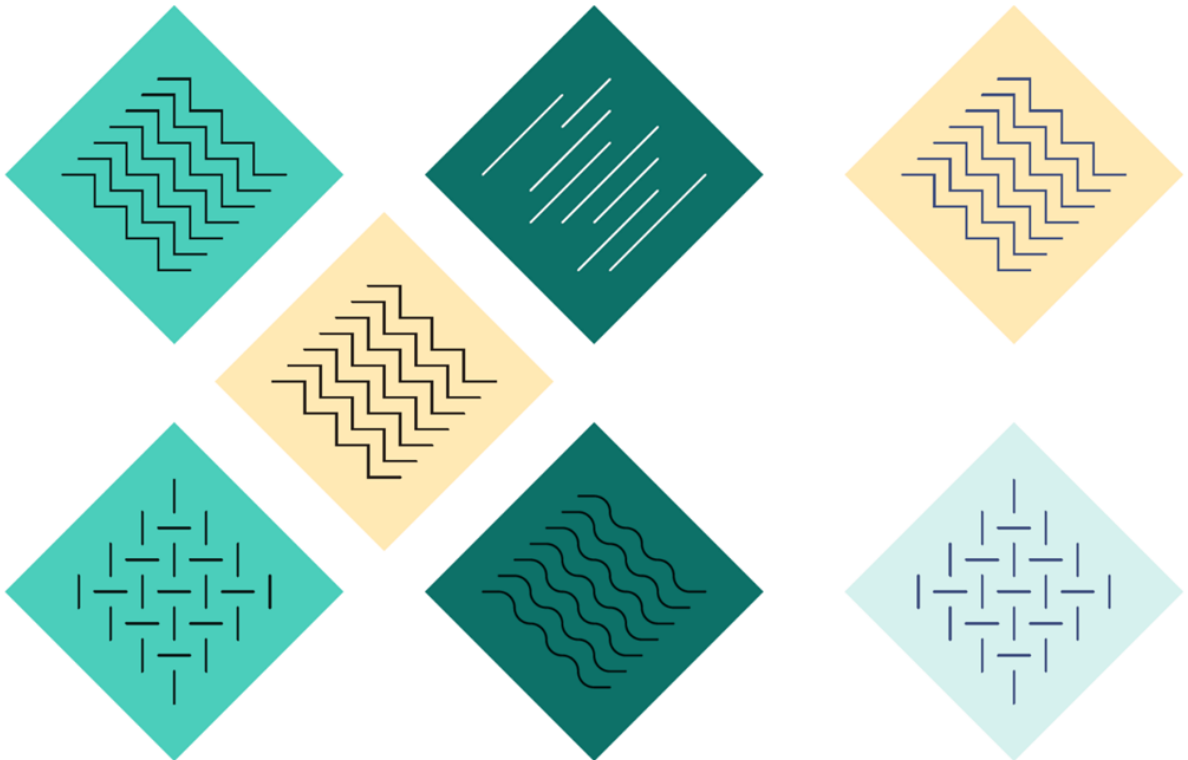


Arbeidstilsynet

# Bly og uorganiske blyforbindelser

Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for  
luftforurensing og biologiske grenseverdier

April 2026 | Revisjon av direktiv 2024/869/EU



# Innhold

<b>Innhold</b>	<b>1</b>
<b>Forord</b>	<b>2</b>
<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>1. Stoffets identitet</b>	<b>3</b>
1.1. Stoffets klassifisering	4
<b>2. Fysikalske og kjemiske data</b>	<b>5</b>
<b>3. Grenseverdier</b>	<b>5</b>
3.1. Nåværende grenseverdi	5
3.2. Grenseverdier fra EU	6
3.3. Grenseverdier for luftforurensning fra andre land og organisasjoner	7
3.4. Andre reguleringer	7
<b>4. Toksikologiske data og helseeffekter</b>	<b>8</b>
4.1. Anbefaling fra RAC	8
4.2. Oppsummering av vitenskapelig dokumentasjon	8
4.3. TEGs vurdering	14
<b>5. Bruk og eksponering</b>	<b>15</b>
5.1. Opplysninger fra Produktregisteret	15
5.2. Eksponeringsdata	16
5.3. Prøvetakings- og analysemetode	21
<b>6. Oppsummering og vurdering</b>	<b>21</b>
<b>7. Konklusjon med forslag til endring i regelverk</b>	<b>24</b>
<b>8. Vedtatt endring i regelverk</b>	<b>24</b>
<b>9. Referanser</b>	<b>25</b>

# 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 Arbeidstilsynets retningslinje og rutine for utarbeidelse og fastsettelse av grenseverdier for forurensninger i arbeidsatmosfæren.

Dette grunnlagsdokumentet er utarbeidet ved implementering av Europaparlaments- og rådsdirektiv (EU) 2024/869 fastsatt 13. mars 2024, og er endring av Europaparlaments- og rådsdirektiv (EU) 2004/37 om vern av arbeidstakere mot risiko ved å være utsatt for kreftfremkallende, mutagene eller reproduksjonstoksiske stoffer i arbeidet (CMRD) og rådsdirektiv 98/24/EF (det kjemiske-agens-direktivet, CAD) som handler om vern av arbeidstakere mot risiko for å bli eksponert for kjemikalier på arbeidsplassen.

EU har hatt som mål å fastsette juridisk bindende grenseverdier for 50 kreftfremkallende stoff gjennom flere endringsdirektiv til karsinogen-mutagen-direktivet samt å innføre veiledende eller helsebaserte grenseverdier gjennom endringer til det kjemiske-agens-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. Disse veiledende grenseverdiene tar ikke hensyn til tekniske og økonomiske forhold, men medlemslandene/EØS-landene kan selv gjøre disse vurderingene før implementering. For veiledende direktivverdier kan de nasjonale grenseverdiene være høyere enn de som står oppført i direktivet dersom Norge finner det er nødvendig av tekniske og/eller økonomiske hensyn. I Norge forskriftsfastsettes direktivverdier slik at både bindende og veiledende grenseverdier er juridisk bindende verdier.

Direktivendringen gjelder grenseverdier for forurensning i arbeidsatmosfæren for diisocyanater og bly og uorganiske blyforbindelser samt biologiske grenseverdier for bly og uorganiske blyforbindelser.

Arbeidstilsynet har ansvaret for revisjonsprosessen og utarbeidelse av grunnlagsdokumenter for stoffene som blir vurdert. Det toksikologiske grunnlaget for stoffene i denne revisjonen baserer seg på kriteriedokumentasjon fra Committee for Risk Assessment (RAC) ved det europeiske kjemikaliebyrået (European Chemicals Agency, ECHA). Statens arbeidsmiljøinstitutt ved Toksikologisk Ekspertgruppe for Grenseverdier (TEG) bidrar med toksikologiske og måletekniske 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 inkluderingsdepartementet, men det er Arbeidstilsynet som tar den endelige beslutningen om forskriftsfastsettelse av grenseverdiene.

# Innledning

Dette dokumentet omhandler vurderingsgrunnlaget for fastsettelse av grenseverdi for bly og uorganiske blyforbindelser. Bly og uorganiske blyforbindelser ble, som ett av 12 reproduksjonstoksiske stoffer, overført fra det kjemiske-agens-direktivet, CAD til den fjerde endring av kreft-mutagen-reproduksjonstoksisk-direktivet (2022/431/EU) fastsatt i norsk rett 1. juli 2024. Bly og uorganisk blyforbindelser hadde den gang 3 ganger lavere grenseverdi enn dette direktivforslaget og grenseverdien ble beholdt i Norge, som også er dagens verdi. Det ble ikke skrevet ett grunnlagsdokument for hver av 12 reproduksjonstoksiske stoffene, men et felles dokument. Derfor er dette grunnlagsdokumentet ikke en oppdatering av det felles grunnlagsdokumentet av 2024.

Innholdet i dette grunnlagsdokumentet for bly og uorganiske blyforbindelser bygger spesielt på anbefalinger fra Risk Assessment Committee (RAC) [1] ved det European Chemicals Agency (ECHA) for dette stoffet, samt vurderinger og kommentarer fra Toksikologisk Ekspertgruppe for Grenseverdier, TEG, ved STAMI (Kapittel 4).

## 1. Stoffets identitet

Bly og et utvalg uorganiske blyforbindelser og deres molekylformler, stoffenes identifikasjonsnummer i Chemical Abstract Service (CAS-nr.), European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EC-nr.) er gitt i tabell 1.

Det er totalt 65 uorganiske blyforbindelser som er registrert under REACH og/eller har en harmonisert klassifisering. 33 av disse brukes kun under produksjon og resirkulering av bly og blyforbindelser, og inneholder andre bestanddeler enn bare blyforbindelser. Bly og 4 av de gjenværende 32 uorganiske blyforbindelsene står for bruken av mer enn 97 % av totalt volum av de uorganiske blyforbindelsene. Disse fire blyforbindelsene er blymonoksid [Bly(II)oksid], tetrablytrioksidulfat, pentablytetraoksidulfat og blytetraoksid [Bly(II,IV)oksid] (mønje), og fysikalsk/kjemiske data for disse er vist i tabell 2. Bare disse fire uorganiske blyforbindelsene er vurdert i rapporten. Forslag til grenseverdi gjelder ikke for blykromat som er strengere regulert.

Tabell 1: Bly og uorganiske blyforbindelser og deres identitet.

Stoffnavn	Molekylformel	CAS-nr.	EC-nr.
Bly	Pb	7439-92-1	231-100-4
Blymonoksid	PbO	1317-36-8	215-267-0
Tetrablytrioksidulfat	Pb <sub>4</sub> O <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> )	12202-17-4	235-380-9
Pentablytetraoksidulfat	Pb <sub>5</sub> O <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )	12065-90-6	235-067-7
Blytetraoksid	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1314-41-6	215-235-6

## 1.1. Stoffets klassifisering

Bly og uorganiske blyforbindelser 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), og de er klassifisert og merket med koder i henhold til fareklasse, kategori og faresetninger, som gitt i tabell 2.

De fire blyforbindelsene som er vurdert i denne rapporten (blymonoksid, tetrablytrioksidulfat, pentablytetraoksidulfat og blytetrossid) er ikke spesifisert i RACs anbefaling Annex 1 [2].

**Tabell 2: Fareklasser, farekategori med forkortelse, merkekoder og faresetninger for bly og uorganiske blyforbindelser [3]**

Stoff	Fareklasse	Farekategori	Forkortelse	Merkekode	Faresetning
<b>Uorganiske blyforbindelser</b>	Akutt giftighet	Kategori 4	Acute tox. 4	H302	Farlig ved svelging
<b>Uorganiske blyforbindelser</b>	Akutt giftighet	Kategori 4	Acute tox. 4	H332	Farlig ved innånding
<b>Bly</b>	Reproduksjons-toksisitet	Tilleggskategori: Virknings på eller via amming	Lact.	H362	Kan skade barn som ammes.
<b>Uorganiske blyforbindelser</b>	Spesifikk målorgantoksisitet, gjentatt eksponering	Kategori 2	STOT RE2	H373	Kan forårsake organskader ved langvarig eller gjentatt eksponering
<b>Bly og uorganiske blyforbindelser</b>	Farlig for vannmiljøet	Akutt kategori 1	Aquatic Acute 1	H400	Meget giftig for liv i vann
<b>Bly og uorganiske blyforbindelser</b>	Farlig for vannmiljøet	Kronisk kategori 1	Aquatic Chronic 1	H410	Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann
<b>Bly</b>	Reproduksjons-toksisitet	Kategori 1A	Repr. 1A Repr. 1A; H360D: C ≥0.03%	H360FD	Kan skade forplantningsevnen. Kan gi fosterskader.
<b>Uorganiske blyforbindelser</b>	Reproduksjons toksisitet	Kategori 1A	Repr. 1A	H360Df	Kan gi fosterskader. Mistenkes for å kunne skade forplantningsevnen

Kommentar til merkekode H373:

- Eller angi alle organer som påvirkes hvis disse er kjent.
- Angi eksponeringsvei hvis det med sikkerhet er fastslått at ingen andre eksponeringsveier er årsak til faren.

## 2. Fysikalske og kjemiske data

Bly er et grunnstoff og et metall som lett lar seg omarbeide da metallet har liten styrke og elastisitet.

Bly kan være svært farlig for kroppen. Metallisk bly og blyforbindelser, både uorganiske og organiske, er svært giftige og bly er også reproduksjonstoksisk (Rep. 1A), se avsnitt 1.1 og tabell 2. Noen blyforbindelser kan også være kreftfremkallende. Grunnstoffet kan komme inn i kroppen ved å puste inn blyholdig støv, damp eller via mat og drikke.

Det vises til tabell 3 for fysikalske og kjemiske data for bly og uorganiske blyforbindelser.

Tabell 3: Fysikalske og kjemiske data for bly og uorganiske blyforbindelser. Data gitt av TEG [4]

Stoffnavn/ Fys-kjem data	Bly	Blymonoksid	Tetrably- trioksid sulfat	Pentably- tetraoksid sulfat	Blytetroksid
Molekylformel	Pb	PbO	Pb <sub>4</sub> O <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> )	Pb <sub>5</sub> O <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Molekylvekt (g/mol) [4]	207	223	972,9	1200	690
Fysisk tilstand	Fast Sølvgrått	Fast	Fast	Fast	Fast
Smeltepunkt (°C)	326	888	>500	>600	>550
Tetthet, 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )	11,45	9,96	6,84	7,15	8,93
Løselighet i vann, 25 °C (mg/l)	3,2 (pH 6, 24 h) 185 (pH 11)	70 (pH 11) 0,1 (pH 8,4)	102 (pH 8)	32,7 (pH 8,7)	67,3 (pH 10,8)

## 3. Grenseverdier

### 3.1. Nåværende grenseverdi

#### 3.1.1 Grenseverdi for luftforurensning

Nåværende grenseverdi (8 timer) i Norge for bly og uorganiske blyforbindelser (beregnet som Pb, støv og røyk) er: 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Denne ble fastsatt i 1981.

Bly og uorganiske blyforbindelser har anmerkningene R (Kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet).

#### 3.1.2 Biologisk grenseverdi

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.

Norge har biologisk grenseverdi for bly i blod og er regulert i [forskrift om tiltaks- og grenseverdier \(arbeidstilsynet.no\)](#), se tabell 4 for biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder og øvrige arbeidstakere. I tillegg er helseundersøkelser ved arbeid med bly og blyforbindelser regulert i [forskrift om utførelse av arbeid \(arbeidstilsynet.no\)](#). I bestemmelsen og kommentaren til bestemmelsen følger også hvordan prøvetaking skal gjennomføres.

I tabell 4 er dagens biologiske grenseverdier i  $\mu\text{mol Pb/l}$  blod omregnet til  $\mu\text{g Pb/L}$  blod som brukt av RAC og TEG i Kapittel 4.

**Tabell 4: Biologiske grenseverdier for bly.**

Gruppe	Biologisk grenseverdi (BLV) ( $\mu\text{mol Pb/l}$ blod)	Biologisk grenseverdi (BLV) ( $\mu\text{g Pb/L}$ blod)
Kvinner i fertil alder	0,5	104
Øvrige arbeidstakere	1,5	311

## 3.2. Grenseverdier fra EU

### 3.2.1 Grenseverdi for luftforurensning

Bly har tidligere vært inkludert i EUs kjemiske-agens-direktiv, CAD (98/24/EC) og regulert med bindende 8-timers grenseverdi og biologisk grenseverdi i forskrift for tiltaks- og grenseverdier. Bly, som er et reproduksjonstoksisk stoff, ble overflyttet fra CAD til fjerde endring (2022/431/EU) av karsinogen-mutagen-reproduksjonstoksisk-direktivet (2004/37/EC) og foreslått med grenseverdi lik  $0,15 \text{ mg/m}^3$ . Norge hadde tre ganger så lav grenseverdi som hva direktivet foreslo i 2022 og beholdte sin grenseverdi ( $0,05 \text{ mg/m}^3$ ).

Direktivet (2024/869/EU) foreslår en 8-timers (TWA) grenseverdi for luftforurensning av bly og uorganiske blyforbindelser lik  $0,03 \text{ mg/m}^3$ , som gjelder inhalerbar fraksjon, gjeldende fra 9. april 2026. I tillegg har bly og uorganiske blyforbindelser fått anmerkning ikke-terskel reproduksjonstoksisk stoff. Forslaget gjelder ikke blykromat.

### 3.2.2 Biologisk grenseverdi

EU har satt biologisk grenseverdi (BLV), og for bly gjøres biologisk monitorering i blodet ved å bruke absorpsjonsspektrometri eller annen metode som gir tilsvarende resultater [5]. Direktivet foreslår en biologisk grenseverdi for arbeidstakere, som gitt i tabell 5, men foreslår ingen særskilt biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder som i norsk rett. I tillegg setter Direktivet krav til helseundersøkelse om blynivå i blod  $>9 \mu\text{g Pb/100 ml}$  ( $90 \mu\text{g Pb/L}$  blod).

Tabell 5: Biologiske grenseverdier for bly fra EU.

Overgangsperiode Gjeldende til/fra dd.mm.yyyy	Biologisk grenseverdi (BLV) (µg Pb/100 ml blod)	Biologisk grenseverdi (BLV) (µg Pb/L blod)
Til 31.12.2028	30	300
Fra 01.01.2029	15	150

Gjeldende biologisk grenseverdi i Norge for blyinnhold i blod for øvrige arbeidstakere er i norsk rett høyere (311 µg Pb/L blod) enn direktivkrav (med overgangsperioder) for arbeidstakere.

### 3.3. Grenseverdier for luftforurensning fra andre land og organisasjoner

Grenseverdier for bly og uorganiske blyforbindelser fra andre land og organisasjoner er gitt i tabell 6 [6].

Tabell 6: Grenseverdier for bly og uorganiske blyforbindelser fra andre land og organisasjoner.

Land/organisasjon	Grenseverdi (8 timer)	Korttidsverdi (15 min)	Anmerkning
	mg /m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	
Sverige	0,1		Inhalerbar fraksjon
Danmark	0,05	0,1	Inhalerbar fraksjon
Finland	0,1		
Storbritannia	0,15		
Nederland	0,15		
Tyskland, Ausschuss für Gefahrstoffe, AGS	0,15		Bindende grenseverdi. Direktiv 98/24/EC bindende grenseverdi.
Tyskland, Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG	0,004	0,032	Unntatt blyarsenat og blykromat. Inhalerbar fraksjon
NIOSH, USA	0,05		Inhalerbar fraksjon
OSHA, USA	0,05		Inhalerbar fraksjon
ACGIH, USA (2022) [7]	0,05		BEI (Biological Exposure Index)

### 3.4. Andre reguleringer

Det europeiske kjemikaliebyrået ECHA har samlet 40 regelverk i en database (europa.eu) med informasjon om hvordan kjemiske stoffer er regulert, og regelverk for de stoffene er søkbare.

I tillegg til regelverk for grenseverdi og klassifisering som er omtalt i dette dokumentet, kan man søke andre gjeldende regelverk for bly og blyforbindelser på ECHAs nettside [8].

Stoffet tetrablytrioksidulfat er oppført på REACH kandidatliste (Substances Very High Concern-list) [9] da stoffet gir stor grunn til bekymring. Det er kandidat for videre regulering og virksomheter har informasjonsplikt.

# 4. Toksikologiske data og helseeffekter

## 4.1. Anbefaling fra RAC

RAC (Annex 1) [2] anbefaler en biologisk grenseverdi for bly og uorganiske blyforbindelser på 150 µg bly/L blod. Det anbefales også en grenseverdi i luft på 4 µg bly/m<sup>3</sup> (inhalerbar fraksjon). Det noteres at verken biologisk eller inhalerbar grenseverdi beskytter tilstrekkelig for utviklingstoksisitet. RAC anbefaler derfor at blyeksponering for kvinner i fertil alder bør unngås eller minimeres, slik at blykonsentrasjonen i blodet hos kvinner i fertil alder ikke overstiger den nasjonale referanseverdien i den generelle befolkning. Der det ikke er fastsatt nasjonale referanseverdier anbefales det at konsentrasjonen av bly i blodet hos kvinner i fertil alder ikke overstiger 45 µg bly/L blod. Det foreslås ingen korttidsverdi (STEL). RAC anbefaler at biologisk grenseverdi foretrekkes fremfor grenseverdi i luft.

## 4.2. Oppsummering av vitenskapelig dokumentasjon

### 4.2.1. Grunnlag for bindende grenseverdi for bly og uorganiske blyforbindelser

Bly og uorganiske blyforbindelser oppfyller kriteriene for klassifisering som toksiske for reproduksjon (kategori 1A) i samsvar med regulering (EC) nr. 1272/2008 og er derfor definert som et reprotoksisk stoff i henhold til direktiv 2004/37/EC (CMRD). I tillegg har det internasjonale byrået for kreftforskning (IARC) klassifisert uorganiske blyforbindelser som sannsynlig kreftfremkallende i mennesker (Gruppe 2A).

## 4.2.2. Grunnlagsdokument

Som grunnlagsdokument er RACs «Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Lead and its compounds» fra 2020 [1] benyttet, inkludert Annex 1 (ECHAs bakgrunnsdokument) [2].

ECHA og RAC bygger på SCOELs anbefaling (2002) [10] og inkluderer internasjonale evalueringer som:

- AGS (2017)
- ATSDR (2007) [11]
- ATSDR (2019) [12]
- ANSES (2017a)
- ACGIH (2017) [13]
- Safe Work Australia (2014)
- CLH report for Lead (ECHA, 2012)
- EFSA (2010, oppdatert 2013)
- IARC (2006)
- LDAI, 2008
- NTP (2012)
- US EPA (2013a)
- Annex 1 for the restriction on lead in PVC (ECHA, 2018a)
- REACH registreringer

## 4.2.3. Toksikokinetikk

Bly tas lett opp i den systemiske sirkulasjonen både ved innånding og ved oralt inntak. Innånding av blyholdig støv, røyk eller damp er den viktigste kilden ved yrkesmessig eksponering. Bly kan også tas opp i kroppen ved «hånd-til-munn» inntak ved røyking/snusing eller matinntak etter kontakt med blyholdige artikler. Etter innånding vil mesteparten av uorganisk bly som når de alveolære områdene bli fullstendig absorbert, selv om noen blyforbindelser med lav løselighet, for eksempel blyulfid, til en viss grad kan akkumuleres i lungene. Absorpsjon fra mage-tarm systemet er relativt lav hos voksne (omtrent 10%) og avhenger av faktorer som type blyforbindelse, partikkelstørrelse, form og samtidig matinntak. Faste, samt mangel på jern og kalsium øker absorpsjonen. Dermalt opptak anses som ubetydelig.

Etter opptak distribueres bly til blod, bløtvev (lever, nyre, etc.) og skjelettet. Hos voksne vil omtrent 90% av den totale mengden akkumulert bly deponeres i skjelettet. Hos gravide overføres bly lett til foster via morkaken, med føtal/maternal konsentrasjonsratio på 0,9. Det toksiske blyionet ( $Pb^{2+}$ ) metaboliseres ikke i kroppen.

Generelt elimineres bly langsomt. Halveringstid avhenger av vevstype. I blodet er halveringstiden ca. en måned (29-36 dager), mens for skjelett kan halveringstiden være flere tiår. Bly kan mobiliseres fra skjelettet til blodet hos personer som tidligere har vært eksponert, og denne mobiliseringen øker under graviditet og ved aldring. På denne måten kan blydeponiet i skjelettet opprettholde høye blynivåer i blodet selv lenge etter at eksponeringen har opphørt.

Bly elimineres hovedsakelig via urin (75-80% av total ekskresjon) og sekundært via avføring. Andre elimineringsveier (for eksempel hår, negler, svette) står totalt for mindre enn 8% av totalutskillelsen. Bly kan også utskilles via brystmelk hos ammende kvinner.

#### 4.2.4. Virkningsmekanismer

For bly og uorganiske blyforbindelser er det blyioner ( $Pb^{2+}$ ) som gir toksisk effekt. En av hovedmekanismene bak blyindusert toksisitet er forstyrrelse av kalsium ( $Ca^{2+}$ ) homeostase. Kalsium er involvert i flere viktige cellefunksjoner, inkludert energimetabolisme, cellulær signalering, hormonell regulering, cellulær motilitet og apoptose. Ettersom bly distribueres i hele kroppen, og mekanismene som induserer toksisitet (forstyrrelse av kalsiumhomeostase) finnes i alle celletyper, er de negative helseeffektene av bly observert i mange organsystemer.

#### 4.2.5. Akutt toksisitet

Akutt blyforgiftning er alvorlig og kan være dødelig, spesielt hos barn. Symptomer på akutt blyforgiftning inkluderer sløvhhet, rastløshet, irritasjon, dårlig konsentrasjon, påvirkning av muskulaturen, magesmerter, diaré, hodepine, hukommelsestap og andre symptomer fra nervesystemet. Disse effektene kan oppstå ved blynivåer i blod på 800 til 1000  $\mu\text{g/L}$  hos barn. Den akutt dødelige dosen for voksne er estimert (NIOSH) til ca. 21 gram oralt (450 mg/kg kroppsvekt), og 21 000  $\text{mg/m}^3$  i 30 minutter via inhalasjon. På grunn av den lange halveringstiden er kronisk toksisitet antatt å være en større risiko enn akutt toksisitet.

#### 4.2.6. Kronisk toksisitet og karsinogenisitet

Langvarig blyeksponering kan påvirke det perifere og sentrale nervesystemet, blodet og nyrene samt virke reproduksjonstoksisk. Avsnittene nedenfor er basert på epidemiologiske studier av blyeksponerte arbeidere.

#### 4.2.7. Reproduksjonstoksisitet

Bly kan skade forplantningsevnen og føre til nevrologiske skader på fosteret. For menn er blynivåer over 400  $\mu\text{g/L}$  blod assosiert med en redusert spermiekvalitet, inkludert redusert spermiekonsentrasjon, nedsatt motilitet og morfologiske endringer, noe som er forbundet med redusert fertilitet og spontanaborter hos partner. For kvinner er data om effekter på fertilitet for begrenset til at et skadelig nivå kan anslås.

Under graviditet kan mobilisering av bly fra skjelettet øke mors nivå av bly i blodet på tross av uendrede eller reduserte blynivåer i miljøet. Bly overføres fra mor til foster via morkaken med en føtal/maternal konsentrasjonsratio på 0,9. Bly utskilles også i morsmelk. Kvinners eksponering for bly kan påvirke utvikling av nervesystemet til fosteret eller i spedbarnsalderen.

Et foster kan få hjerneskader ved lavere nivåer av bly i blodet enn hva som er helseskadelig for mor. Hos barn er forhøyet blynivå i blodet assosiert med redusert intelligenskvotient (IQ). Effekter kan oppstå ved blynivåer  $<50 \mu\text{g/L}$  og det er ikke

identifisert et maternelt blynivå som kan utelukke effekter på kognitiv utvikling hos nyfødte og spedbarn. På grunn av foreliggende data kan det ikke utledes noen sikker nedre terskel for utviklingstoksicitet. Eksponering av kvinner i fertil alder for bly bør ifølge RAC derfor unngås eller minimeres.

#### 4.2.8. Nevrotoksisitet

Langvarig eksponering for bly kan gi effekter på både det perifere og det sentrale nervesystemet, og føre til neurologiske skader, inkludert kognitive og atferdsmessige problemer. RAC (Annex 1) gjennomgår flere metaanalyser (sammenstilling av resultater fra mange uavhengige studier) som undersøker neurologiske effekter hos arbeidere og konkluderer med effekter av bly (LOAEL) på nerveledningshastighet og nevropsykologiske parametere ved blodblykonsentrasjoner mellom 330-640 µg/L. Basert på en tverrsnittsstudie av over 900 arbeidere [14] ble 180 µg/L satt som en terskel for lette nevropsykologiske effekter. RAC anser denne verdien som pålitelig på grunn av det relativt store antallet arbeidere undersøkt og konkluderer med 180 µg/L som NOAEL for klinisk relevant nevrotoksisitet, som også er den kritiske effekten av bly.

#### 4.2.9. Andre helseeffekter

Langvarig eksponering for bly kan også ha effekter på nyrene, samt hematologiske og kardiovaskulære effekter. Vedvarende høye blodnivåer (>600 µg/L) kan forårsake nedsatt nyrefunksjon og bidra til utvikling av kronisk nyresykdom. Bly kan også påvirke produksjonen av hemoglobin og føre til anemi og gi økninger i systolisk og diastolisk blodtrykk.

#### 4.2.10. Karsinogenisitet og kreftundersøkelser

Uorganiske blyforbindelser er klassifisert som sannsynlig kreftfremkallende (Gruppe 2A) av IARC. I forsøksdyr har flere studier vist at ulike vannløselige og vannuløselige blyforbindelser har kreftfremkallende egenskaper. I mus og rotter kan bly indusere nyresvulster og hjernegliomer. Den kreftfremkallende virkningen antas å skyldes indirekte mekanismer, som interaksjoner med DNA-reparasjonssystemer og økt oksidativt stress.

Humane data på karsinogenisitet av uorganisk bly er fremdeles begrenset. Blyforbindelser er ikke forbundet med direkte mutagene effekter i de aller fleste testsystemene, men viser klastogene effekter (effekter på kromosomalt nivå). Hos eksponerte arbeidere vises klastogene effekter som DNA-skade, økt frekvens av mikrokjerner, samt kromosomale avvik ved blynivåer over 300 µg/L blod. RAC konkluderer med en LOAEL på 300 µg/L blod for klastogenisitet hos mennesker.

#### 4.2.11. Biologisk grenseverdi

Basert på data fra yrkesmessig eksponerte mennesker, presenterer RAC høyeste dose som ikke gir skadelig effekt (NOAEL) og laveste observerbare dose som gir skadelig effekt (LOAEL) for ulike endepunkter ved langvarig blyeksponering, som oppsummert i tabell 7 nedenfor.

Tabell 7: Blynivåer i blodet og effekter (data fra RAC).

Bly i blod (µg/L)	Effekter
>400	Skadelige effekter på spermiekvaliteten
Ca. 300	Små (0,5-2 mmHg) økninger i systolisk eller diastolisk blodtrykk
≥300	LOAEL for klastogene effekter hos arbeidere LOAEL for lette nevrologiske effekter
253	Beregnet NOAEL for subkliniske effekter på nyreparameter (NAG)
200 – 400	Økt kardiovaskulær dødelighet (studiene justerte imidlertid ikke for potensielle konfunderende effekter av ikke-yrkesmessige risikofaktorer)
195	Beregnet NOAEL basert på økt sannsynlighet for redusert hemoglobin nivå i blodet
180	NOAEL for lette nevropsykologiske effekter hos arbeidere

Kommentar til NOAEL: NOAEL er beregnet ved hjelp av benchmark dose metode.

Tabellen viser en LOAEL større eller lik 300 µg/L for skadelige effekter på spermiekvaliteten, blodtrykk og klastogene effekter, og en NOAEL større eller lik 180 µg/L for lette nevropsykologiske effekter og sub-kliniske effekter på nyre og hemoglobin. Nevrotoksisitet er den kritiske effekten av bly, og er den effekten som legges til grunn for fastsettelse av biologisk grenseverdi, som av RAC blir foreslått til 150 µg/L. Ettersom den foreslåtte grenseverdien er basert på humane data, store datasett, flere relaterte helseeffekter og langtidseksposeringer, antas verdien å fange opp eventuelle ulikheter mellom individer og ingen usikkerhetsfaktorer ble tillagt. Klastogene effekter ble observert fra 300 µg/L og oppover. Normalt brukes en faktor på tre i NOAEL/LOAEL ekstrapolering under REACH, men det blir av RAC argumentert med at NOAEL-verdien er forventet å være i nærheten av LOAEL verdien, og en faktor på to mellom 150 µg/L og 300 µg/L blir vurdert som tilstrekkelig.

En biologisk grenseverdi på 150 µg/L beskytter imidlertid ikke mot utviklingsnevrotoksisitet og mulig reproduksjonstoksisitet hos kvinner i fertil alder. Se avsnitt nedenfor med omtale av grupper med ekstra risiko.

#### 4.2.12. Inhalerbar grenseverdi

Det er de systemiske blynivåene som er relatert til uønskede helseeffekter og det anses derfor at den biologiske grenseverdien er viktigst for å beskytte arbeidere mot kronisk toksisitet av blyeksponering. Selv om grenseverdien i luft ikke overskrides, kan de systemiske nivåene fortsatt overstige biologisk grenseverdi på grunn av frigjøring av bly deponert i skjelettet. For praktiske formål, som yrkeshygienisk monitorering, blir også en grenseverdi for lufteksponering foreslått av RAC. Til forskjell fra andre stoffer, er grenseverdien i luft basert på en korrelasjon til biologisk grenseverdi. Det er imidlertid usikkert hvor godt luft- og blodblynivåer korrelerer. Årsaker til usikker korrelasjon inkluderer: akkumulert bly i kroppen, bakgrunnseksposering, personlig hygiene (hånd-munn kontakt) og at ulike blyforbindelser kan lede til ulike indre blynivåer.

RAC presenterer ulike modeller, og baserer seg på en såkalt PBPK (Physiologically based pharmacokinetic) modell fra The California Environmental Protection Agency (CalEPA) for å estimere arbeidernes blyverdier i blodet som et resultat av inhalasjonseksposering for bly, se tabell 8.

Tabell 8: Eksempler på blykonsentrasjoner i luft og korresponderende blynivåer i blod som estimert av CalEPA (2013) ved å bruke en PBPK modell (data fra RAC, Annex 1)

Bly i luft (8h TWA; $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Predikert bly i blod (95. persentil; $\mu\text{g}/\text{L}$ )
2.1	100
3.9	150
6.0	200
11.5	320
34.0	650

Basert på Cal EPA estimerer korresponderer en blykonsentrasjon i blodet på 150  $\mu\text{g}/\text{L}$  med en luftkonsentrasjon på 3.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (95. persentil). RAC anbefaler derfor en grenseverdi i luft på 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . RAC understreker usikkerheten i beregningene fra luft til blod, og presiserer at biologisk grenseverdi på 150  $\mu\text{g}/\text{L}$  blod ikke skal overskrides.

#### 4.2.13. Biologisk veiledende grenseverdi

Biologisk veiledende grenseverdi (biological guidance value, BGV) er relatert til bakgrunnseksponering hos den generelle befolkning som ikke er yrkesmessig eksponert for bly. Denne eksponeringen har blitt kraftig redusert de siste tiårene, og en aldersavhengig nedgang er observert. Blodnivåene av bly varierer i Europa, med gjennomsnittsverdier på 30-35  $\mu\text{g}/\text{L}$ . Biologisk veiledende grenseverdi relateres til 95. persentilen for bakgrunnseksponering, og er i EU satt til 45  $\mu\text{g}/\text{L}$  blod. Overskridelse av biologisk veiledende grenseverdi i yrkessammenheng vil være en indikator på yrkeseksponering.

#### 4.2.14. Grupper med ekstra risiko: kvinner i fertil alder

Verken biologisk grenseverdi på 150  $\mu\text{g}/\text{L}$  blod eller en grenseverdi på 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i luft beskytter mot utviklingstoksicitet. Ingen terskel for potensielle effekter på sentralnervesystemet hos nyfødte og spedbarn kan identifiseres. RAC anbefaler derfor at blyeksponering av kvinner i fertil alder skal unngås eller minimeres på arbeidsplassen. Blodnivået av bly hos kvinner i fertil alder bør ikke overstige referanseverdien i den generelle befolkningen. Der det ikke er fastsatt nasjonale referanseverdier anbefales det at konsentrasjonen av bly i blodet hos kvinner i fertil alder ikke overstiger biologisk veiledende grenseverdi på 45  $\mu\text{g}/\text{L}$  blod, den maksimale europeiske referanseverdien.

#### 4.2.15. Biomonitorering

Bly kan påvises fra flere kilder i kroppen, inkludert bly i fullblod, plasma eller serum, i spytt, urin, tenner, hår, negler og i morsmelk. Bly i blod er den best validerte biomarkøren for blyeksponering. Det målte blynivået er ikke spesifikt for ulike blyforbindelser eller opptaksveier og gjenspeiler eksponering fra uorganiske og organiske blyforbindelser, absorbert via inhalasjon eller oralt opptak. I tillegg til nylig eksponering gjenspeiler blynivået i blodet eksponering fra flere år tilbake (mobilisert fra skjelettet).

#### 4.2.16. Korttidsverdi

En korttidsverdi (STEL) er ikke foreslått av RAC, ettersom det ikke er indikasjoner på akutt toksiske effekter på nivåene som gir kroniske effekter.

### 4.3. TEGs vurdering

I EUs endringsdirektiv EU/2024/869 fastsettes en bindende grenseverdi for bly og uorganiske blyforbindelser på 0,03 mg/m<sup>3</sup>. Norges nåværende grenseverdi er 0,05 mg/m<sup>3</sup>. I tillegg fastsettes en bindende biologisk grenseverdi for blyinnhold i blodet på 150 µg/L blod (0,72 µmol/L, konsentrasjonsangivelse brukt i forskrift om grenseverdier i Norge), som er samme nivå som RAC anbefaler. Norges nåværende biologiske grenseverdier tilsvarer 311 µg/L (1,5 µmol/L), med en egen grenseverdi for kvinner i fertil alder tilsvarende 104 µg/L (0,5 µmol/L).

TEG understreker at det er den biologiske grenseverdien som er viktigst for å beskytte arbeidstakere mot helseskadelige blyeksponeringer. De negative helseeffektene av bly er relatert til nivåene av bly i blodet. Det er også knyttet en usikkerhet rundt beregningen fra bly i luft til bly i blod. TEG vil gjøre oppmerksom på at EU direktivet fastsetter en bindende grenseverdi i luft (0.03 mg bly/m<sup>3</sup>) som er 7,5 ganger høyere enn forslaget fra RAC (0.004 mg bly/m<sup>3</sup>). RACs foreslåtte verdi vil gi en ekstra beskyttelse for arbeidstakerne.

TEG vurderer, i likhet med RAC, at nevrotoksisitet er kritisk effekt ved blyeksponering og at EUs bindende biologiske grenseverdi på 150 µg/L vil beskytte mot dette. En biologisk grenseverdi på 150 µg/L beskytter i midlertidig ikke mot utviklingstoksisitet da det ikke er identifisert en sikker nedre terskel for slike effekter. RAC og EU-direktivet anbefaler derfor at yrkeseksponering for bly hos kvinner i fertil alder bør unngås eller minimeres slik at konsentrasjonen av bly i blodet ikke overstiger den nasjonale referanseverdien i den generelle befolkning. TEG er ikke kjent med noen norsk referanseverdi på bly i dag, men viser til at blant gravide i den norske mor og barn undersøkelsen (MoBa) fra 2003-2008 var median blykonsentrasjon på 8,2 µg/L blod og 95. persentilen på 16 µg/L [15]. Der det ikke er fastsatt nasjonale referanseverdier anbefaler både RAC og direktivet at konsentrasjonen av bly i blodet hos kvinner i fertil alder ikke overstiger biologisk veiledende grenseverdi i EU på 45 µg bly/L blod.

Helseundersøkelse er allerede et krav i dag for arbeidstakere som skal arbeide med bly og blyforbindelser. I tråd med lavere grenseverdier av bly i luft og i blod, blir også blynivåene som utløser et behov for medisinsk overvåkning revidert i direktivet. Ifølge direktivet bør helseundersøkelse finne sted når konsentrasjonen av bly i luft er høyere enn 0,015 mg/m<sup>3</sup> (50% av grenseverdien), beregnet som et tidsvektet gjennomsnitt over 40 timer per uke, eller når blynivået i blodet overstiger 90 µg/L blod (0,43 µmol/L, 60% av biologisk grenseverdi). Ett tilpasset regime bør også defineres for kvinner i fertil alder.

Bly er klassifisert av IARC som sannsynlig kreftfremkallende (Gruppe 2A) som innebærer at en anmerkning K (Kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende) kan vurderes. Anmerkningene R (kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi) bør opprettholdes.

# 5. Bruk og eksponering

Bly brukes blant annet i legeringer, loddetinn, beholdere for lagring av aggressive væsker, prosjektil, ammunisjon, rør, støpegods mm. I tillegg blir bly brukt mye som skjermingsmateriale mot radioaktiv stråling og røntgenstråling, f.eks. som blykappe ved høyintense røntgenundersøkelser. Blyforbindelsen blyoksid blir brukt i noen emaljer for at de blir myke, lett å arbeide med og smelter lettere.

## 5.1. Opplysninger fra Produktregisteret

Data fra Produktregisteret er innhentet fra 2024, og inneholder opplysninger om mengde og bruk av bly og uorganiske blyforbindelser i deklareringspliktige produkter for perioden 2018-2022. Netto maksimal mengde av bly og uorganiske blyforbindelser i 567 deklareringspliktige produkter utgjør totalt 2,374E+15 tonn, og offentlig informasjon er gitt i tabell 9.

**Tabell 9: Oversikt over sum netto i tonn og sum antall deklarasjoner for bly og uorganiske blyforbindelser (unntatt blykromat) hvor tonnasje  $\geq 0,4$  og/eller  $\geq 4$  produkter som er registrert i Produktregisteret i årene 2018-2022.**

CAS-nr.	Stoffnavn	Sum Netto (tonn)	Antall Deklarasjoner
1314-41-6	Blyoksid, (Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	14,22	50
1317-36-8	Blyoksid (PbO)	4,4	6
1344-40-7	Blymetafosfat, dibasisk-	2,374E+15	8
15245-44-0	Bly 2,4,6-trinitro-m-fenyendiosid	1,34	5
6080-56-4	Eddiksyre, bly(2+) salt, trihydrat	134,9	4
7439-92-1	Bly	36 066,97	403
78-00-2	Tetraetylble	2,16	15

Blymetafosfat og bly utgjør størstedelen av netto mengde og i til sammen 411 produkter, men i for liten mengde for hvert av dem til å rapporteres på.

Mesteparten av bly og uorganiske blyforbindelser inngår i reparasjon og vedlikehold av skip, båter, motorvogner, i lufttransport, i maler- og glassarbeid, i overflatebehandling av metaller, og i produksjon av metallkonstruksjoner og deler.

Selv om mengden bly og uorganiske blyforbindelser i deklareringspliktige produkter er stor fordeler bruken seg innenfor mange næringer, men få produkter innenfor samme næring tross stor tonnasje. På grunn av sikkerhetsbestemmelsene i Produktregisteret kan vi ikke gi eksakte opplysninger om produkttypekode, produkttype og netto mengde for bly og uorganiske blyforbindelser da det er registrert  $<4$  produkter og/eller mengde  $<0,4$  tonn. Disse opplysningene er unntatt offentligheten.

## 5.2. Eksponeringsdata

Eksponering for bly og uorganiske blyforbindelser kan skje ved å puste inn blyholdig støv, damp, i kontakt med hud eller gjennom mat og drikke.

Arbeidstakere i mange næringer som eksempelvis produserer kjemikalier eller kjemiske produkter, tekstiler, metaller og metallvarer, elektrisk utstyr, trelast, papir, gummi og plastprodukter, utvinner råolje og naturgass samt utfører sveising kan bli eksponert for bly og uorganiske blyforbindelser. Næringer med næringskode på 2-siffernivå der personbårne prøver av arbeidstakere er samlet inn er presentert i tabell 10 nedenfor.

Tabell 10: Næringer med næringskode (2-siffer) der personbårne og stasjonære prøver er samlet inn i perioden 1982 til 2024.

Næringskode	Næring	Personbårne prøver (antall)
6	Utvinning av råolje og naturgass	18
7	Brytning av metallholdig malm	33
8	Brytning av bergverksdrift ellers	21
9	Tjenester tilknyttet bergverksdrift	18
10	Produksjon av nærings- og nytelsesmidler	8
13	Produksjon av tekstiler	4
16	Produksjon av trelast og varer av tre, kork, strå og flettematerialer	37
17	Produksjon av papir og papirvarer	25
18	Trykking og reproduksjon av innspilte opptak	9
19	Produksjon av kull- og raffinerte petroleumsprodukter	10
20	Produksjon av kjemikalier og kjemiske produkter	238
21	Produksjon av farmasøytiske råvarer og preparater	17
22	Produksjon av gummi- og plastprodukter	49
23	Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter	165
24	Produksjon av metaller	2857
25	Produksjon av metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	1388
26	Produksjon av datamaskiner og elektroniske og optiske produkter	39
27	Produksjon av elektrisk utstyr	1574
28	Produksjon av maskiner og utstyr til generell bruk, ikke nevnt annet sted	473
29	Produksjon av motorvogner og tilhengere	210
30	Produksjon av andre transportmidler	534
31	Produksjon av møbler	82
32	Annen industriproduksjon	38
33	Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	612
35	Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning	13
38	Innsamling, behandling, disponering og gjenvinning av avfall	180
41	Oppføring av bygninger	10
42	Anleggsvirksomhet	
43	Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet	86
45	Handel med og reparasjon	128
46	Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner	170
49	Landtransport og rørtransport	39
51	Lufttransport	10
52	Lagring og andre tjenester tilknyttet transport	11
61	Telekommunikasjon	5
64	Finansieringsvirksomhet	11
71	Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet, og teknisk prøving og analyse	21
77	Utleie og leasingvirksomhet	12
78	Arbeidskrafttjenester	10
84	Offentlig administrasjon og forsvar, og trygdeordninger underlagt offentlig lov	141
85	Undervisning	114
86	Helsetjeneste	8
88	Sosiale omsorgstjenester uten botilbud	4
90	Kunstnerisk virksomhet og underholdningsvirksomhet	4

Eksponeringsmålinger av bly er hentet fra STAMIs eksponeringsdatabase EXPO og prøvene er samlet inn i perioden 1982-2024. Det finnes 11451 eksponeringsmålinger av bly i arbeidsatmosfæren i EXPO som er stasjonære (n = 1766) og personbårne (n = 9541), og det er de personbårne prøvene det rettes oppmerksomhet mot i dette grunnlaget. Generelt kan man si at om lag halvparten av prøvene er under bestemmelsesgrensen.

Det er flere fraksjoner i EXPO der bly er analysert som vist i tabell 11.

**Tabell 11: Ulike fraksjoner der bly er målt.**

Fraksjon (mg/m <sup>3</sup> )	Antall prøver
Pb i inhaler prøve	1018
Pb i respirabel prøve	528
Pb i totalstøv	9905
Totalt antall prøver	11451

Sammenstilling av resultater for prøvene for inhalerbar og respirabel fraksjon inkludert prøver med sveising som arbeidsoperasjon presenteres i avsnittene nedenfor.

### 5.2.1. Bly i inhalerbare prøver

Det finnes 1018 eksponeringsmålinger av bly i inhalerbare prøver i arbeidsatmosfæren i EXPO. Det er stasjonære (n = 20) og personbårne (n = 998). Prøvene er samlet inn i perioden 1995 til 2013 (se figur 1). En stor andel (39 %, n = 398) er under bestemmelsesgrensen.

Av de 1018 eksponeringsmålingene er 998 personbårne prøver gjennomført i næringene *Produksjon av kjemikalier og kjemiske produkter* (næringskode 20) og *Produksjon av metaller* (næringskode 24).

Sammenstillinger av eksponeringsdata for perioden 2000 til 2023 er unntatt offentlighet da antallet virksomheter er færre enn 4. Eksponeringsdata for perioden 1995-2000 er heller ikke presentert da disse er gamle og vil ikke være representativt for dagens eksponeringssituasjon.

### 5.2.2. Bly i respirable prøver

Det finnes 528 eksponeringsmålinger av bly i respirable prøver i arbeidsatmosfæren i EXPO databasen. Det er stasjonære (n = 20) og personbårne (n = 508). Prøvene er samlet inn i perioden 1999 til 2022 (se figur 1). Mer enn halvparten av prøvene (66 %, n = 350) er under bestemmelsesgrensen. Av de 528 eksponeringsmålingene er 494 av 495 personbårne prøver gjennomført i næringen *Produksjon av metaller* (næringskode 24) og *Produksjon av metallvarer, unntatt maskiner og utstyr* (næringskode 25). Resultater fra disse eksponeringsmålingene viser at 337 av 495 prøver, eller 68% av prøvene er under bestemmelsesgrensen, men det finnes en høy eksponering som er langt over dagens grenseverdi (0,05 mg/m<sup>3</sup>), se tabell 12 nedenfor.

**Tabell 12: Sammenstilte resultater for personbårne målinger av bly i respirabelt støv med prøvetakingstid over 4 timer i perioden 2000-2022. LOD = Limit of Detection.**

Antall virksomheter	Antall målinger	Gjennomsnitt aritmetisk (mg/m <sup>3</sup> )	Median (mg/m <sup>3</sup> )	Min (mg/m <sup>3</sup> )	Maks (mg/m <sup>3</sup> )	Antall < LOD	Prosentandel < LOD (%)
5	495	0,0098	0,00035	0,0000016	3,6	337	68

### **Bly i prøver med sveising som arbeidsoppgave**

Prøvetaking utført ved sveising som arbeidsoppgave vil gjelde respirabel fraksjon. Prøver der bly er analysert og arbeidsbeskrivelse eller arbeidsoperasjon er registrert som sveising er derfor presentert for seg som respirable prøver.

Det finnes 3585 målinger av bly i arbeidsatmosfæren i EXPO der arbeidet er sveising. Det er stasjonære (n = 354) og personbårne (n = 3223). For 8 av prøvene er det ikke oppgitt om prøvene er stasjonær eller personbåren. Prøver fra 271 virksomheter innenfor flere næringer er samlet inn i perioden 2000 til 2024, Resultater er vist i tabell 13 for disse personbårne målingene og en stor andel av prøvene (69 %, n = 2488) er under bestemmelsesgrensen og dermed under grenseverdien for bly og uorganiske blyforbindelser.

Tabell 13: Oversikt over næring hvor det er foretatt målinger av bly ved sveising som arbeidsoppgave for prøver med prøvetakingstid over 4 timer i perioden 2000-2023 og måleresultater for disse målingene. Næringer hvor det er registrert færre enn 4 virksomheter og 40 målinger er utelatt fra tabellen. LOD = Limit of Detection.

Type næring	Antall virksomheter	Antall målinger	Gj.snitt aritmetisk (mg/m <sup>3</sup> )	Median (mg/m <sup>3</sup> )	Min (mg/m <sup>3</sup> )	Maks (mg/m <sup>3</sup> )	Ant. < LOD	%-andel < LOD (%)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvinning av råolje og naturgass</li> <li>• Bryting av metallholdig malm</li> <li>• Bryting og bergverksdrift ellers</li> <li>• Tjenester tilknyttet bergverksdrift</li> <li>• Skogbruk og tjenester tilknyttet skogbruk</li> </ul>	9	47	0,0011	0,00050	0,0004	0,014	22	47
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksjon av nærings- og nytelsesmidler</li> <li>• Produksjon av kull- og raffinerte petroleumsprodukter</li> <li>• Produksjon av kjemikalier og kjemiske produkter</li> <li>• Produksjon av farmasøytiske råvarer og preparater</li> <li>• Produksjon av gummi- og plastprodukter</li> <li>• Produksjon av andre ikke-metallholdige mineralprodukter</li> </ul>	11	41	0,00066	0,00040	0,00015	0,0083	37	90
• Produksjon av metaller	11	115	0,0014	0,0004	0,00005	0,076	96	62
• Produksjon av metallvarer, unntatt maskiner og utstyr	90	481	0,00081	0,00035	0,00004	0,035	342	71
• Produksjon av elektrisk utstyr	7	40	0,0026	0,00038	0,00005	0,074	35	88
• Produksjon av maskiner og utstyr til generell bruk, ikke nevnt annet sted	34	209	0,00072	0,00040	0,00003	0,0050	151	72
• Produksjon av motorvogner og tilhengere	15	75	0,00063	0,00040	0,00004	0,0077	48	64
• Produksjon av andre transportmidler	12	161	0,00080	0,001	0,00015	0,0042	139	86
• Produksjon av møbler	5	47	0,00029	0,003	0,00025	0,0010	43	91
• Annen industriproduksjon								
• Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr	33	212	0,0023	0,0005	0,0001	0,21	143	67
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innsamling, behandling, disponering og gjenvinning av avfall</li> <li>• Anleggsvirksomhet</li> <li>• Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet</li> <li>• Handel med og reparasjon av motorvogner</li> </ul>	21	56	0,0022	0,00043	0,00015	0,047	42	75
• Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner	7	41	0,00053	0,0003	0,00004	0,0026	29	71
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet, og teknisk prøving og analyse</li> <li>• Utleie- og leasingvirksomhet</li> <li>• Arbeidskrafttjenester</li> <li>• Offentlig administrasjon og forsvar, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning</li> <li>• Undervisning</li> </ul>	16	46	0,00069	0,0004	0,0001	0,0043	38	83

Måleresultater av respirable prøver fra sveising viser at det er størst utfordring i næringene *Produksjon av metaller, Produksjon av elektrisk utstyr og Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr* hvor eksponeringen ligger over dagens grenseverdi (0,05 mg/m<sup>3</sup>).

I tillegg til eksponeringsmålinger som presentert her finnes det flere eksponeringsdata som er unntatt offentlighet og kan derfor ikke fremlegges da det er færre enn 40 målinger og/eller færre enn 4 virksomheter.

### 5.3. Prøvetakings- og analysemetode

Ved prøvetaking av bly i luft skal det benyttes en prøvetaker som samler den inhalerbare fraksjonen i henhold til NS-EN 481 "Arbeidsplassluft – Definisjoner av partikkelstørrelse for måling av luftbårne partikler".

I tabell 14 er anbefalte metoder for prøvetaking og analyser av eksponeringsdata for bly og blyforbindelser presentert.

**Tabell 14: Anbefalte metoder for prøvetaking og analyse av bly og uorganiske blyforbindelser.**

Prøvetakingsmetode	Analysemetode	Referanse
<ul style="list-style-type: none"><li>IOM prøvetaker med et 25 mm PVC filter med luftgjennomstrømningshastighet 2 L/min, eller</li><li>CIS/GSP prøvetaker med 37mm PVC filter med luftgjennomstrømningshastighet 3,5 L/min</li></ul>	ICP-OES ICP-MS Etter syredekomponering (HNO <sub>3</sub> eller kongevann) i mikrobølgeovn.	<ul style="list-style-type: none"><li>Prøvetakingsmetode: MDHS14/4; General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, thoracic and inhalable aerosols</li><li>Analysemetode: NIOSH 7304 - ELEMENTS by ICP Microwave Digestion</li></ul>

Når det gjelder analytiske metoder tilgjengelige for å måle blyinnholdet i blodet, er disse beskrevet i Brief guide to analytical methods for measuring lead in blood, second edition, World Health Organization, 2020 [16].

## 6. Oppsummering og vurdering

Arbeidstakere i næringer som produserer metaller, elektrisk utstyr eller installerer maskiner og utstyr og spesielt de som sveiser har største utfordringer og kan bli eksponert for bly og uorganiske blyforbindelser. Eksponering skjer hovedsakelig ved innånding av luft som inneholder støv, røyk og damp fra bly og uorganiske blyforbindelser. Bly og uorganiske blyforbindelser kan også tas opp i kroppen oralt ved kontakt av blyholdig materialer.

Nåværende grenseverdi (8 timer) for luftforurensning i Norge for bly og uorganiske blyforbindelser (beregnet som Pb, støv og røyk) er 0,05 mg/m<sup>3</sup>. TEG viser til vurderinger gitt av ECHA og RAC [1] og vurderer at det er grunnlag for å revidere den gjeldende bindende grenseverdien for bly og uorganiske blyforbindelser om beskyttelse mot nevrotoksisitet som kritisk effekt og en biologisk grenseverdi som foreslått av EU for

øvrige arbeidstakere. RAC foreslår å redusere grenseverdien til 0,004 mg/m<sup>3</sup> for å gi en ekstra beskyttelse for arbeidstakere. Grenseverdien i luft er basert på en korrelasjon til biologisk grenseverdi. TEG viser til RAC hvor blykonsentrasjon i blodet på 150 µg/L korresponderer til en luftkonsentrasjon på 3.9 µg/m<sup>3</sup> basert på Cal EPA estimerer (se tabell 8 i avsnitt 4.2.12), og RAC anbefaler derfor en helsebasert grenseverdi i luft på 0,004 mg bly/m<sup>3</sup>.

Det er usikkerhet i beregningene fra luft til blod, og det presiseres derfor at biologisk grenseverdi på 150 µg/L blod ikke skal overskrides. Videre anbefales det at biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder reduseres fra 104 µg/L (0,5 µmol/L) til maksimalt 45 µg/L (0,22 µmol/L) svarende til biologisk veiledende grenseverdi i EU.

Data fra Produktregisteret gir opplysninger om mengde og bruk av bly og blyforbindelser i deklareringspliktige produkter, og data viser at det er store mengder bly og blymetafosfat som finnes i deklareringspliktige produkter. Ellers vises det til tabell 9 for deklarasjoner, som utgjør total mengde >0,4 tonn og flere enn 4 produkter og som det kan gis opplysninger om. Øvrige produktregisterdata er unntatt offentlighet og kan derfor ikke presenteres i grunnlagsdokumentet. Produktregisterdataene viser at det er mulig stor eksponering for bly og uorganiske blyforbindelser i Norge.

Eksponeringsdatabasen EXPO inneholder blant annet inhalerbare og respirable eksponeringsmålinger foretatt i flere næringer. Det er også spesielt tillagt vekt og presentert respirable eksponeringsmålinger som er utført under sveising. Det er totalt et stort antall målinger som gir en oversikt over eksponeringsnivået for bly og uorganiske blyforbindelser i Norge, og gjennomsnittet av de fleste registrerte målingene er under dagens grenseverdi. Ikke alle disse målingene kan presenteres i grunnlagsdokumentet grunnet at de er unntatt offentlighet.

På bakgrunn av tilgjengelig dokumentasjon om helseeffekter og EXPO-data tilgjengelig, som viser eksponeringsnivået for bly og uorganiske blyforbindelser i Norge, er det et stort potensial for ytterligere reduisering av grenseverdien og derav eksponering for bly og uorganiske blyforbindelser på norske arbeidsplasser. Likevel, en reduksjon av grenseverdien til en helsebasert grenseverdi lik 0,004 mg/m<sup>3</sup> kan gi virksomheter betydelig tekniske og økonomiske utfordringer. Dagens grenseverdi foreslås derfor og reduseres til EU direktivets forslag på 0,03 mg/m<sup>3</sup>, inhalerbar fraksjon.

Likevel, forslaget om en grenseverdi lik 0,03 mg/m<sup>3</sup> vil føre til at virksomheter kan ha eksponeringsnivåer over foreslått grenseverdi. Arbeidstilsynet legger til grunn at det i disse virksomhetene er mulig å redusere eksponeringen ytterligere, ved hjelp av målrettede tiltak for å redusere eksponeringen for kreftfremkallende, reproduksjonsskadelige eller mutagene stoffer, jf. forskrift om utførelse av arbeid § 3-11. Det kan være behov for bruk av åndedrettsvern for å sikre at arbeidstakere er tilstrekkelig beskyttet.

Bly og uorganiske blyforbindelser har anmerkningene R (Kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet), og disse beholdes.

Biologiske grenseverdier er allerede forskriftsfestet i Norge, og en reduksjon av disse vil ikke påføre ekstra kostnader, da målemetoder allerede er etablerte. Norske data tilsier ikke at det er nødvendig å ta tekniske eller økonomiske hensyn ved fastsettelse av nye reduserte biologiske grenseverdier for bly og uorganiske blyforbindelser.

For praktisk gjennomføring viser Arbeidstilsynet til en veiledning «Biological monitoring work guide» [\[5\]](#) utgitt av det europeiske arbeidsmiljøorganet EU-OSHA i forbindelse med gjeldende direktiv.

Ut fra foreliggende dokumentasjon innstiller Arbeidstilsynet en grenseverdi for luftforurensning av bly og uorganiske blyforbindelser lik 0,03 mg/m<sup>3</sup> og en biologisk grenseverdi for arbeidstakere lik 150 µg bly/L blod og en biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder lik 45 µg bly/L blod.

## 7. Konklusjon med forslag til endring i regelverk

På bakgrunn av denne dokumentasjonen og en avveining mellom de toksikologiske dataene, eksponeringsdata og produktregisterdata (dvs. tekniske og økonomiske hensyn) for bly og uorganiske blyforbindelser, foreslås det at dagens bindende grenseverdi for luftforurensning skjerpes, og at biologisk grenseverdi for arbeidstakere og kvinner i fertil alder også skjerpes. Videre foreslås at anmerkningene R (Kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske) og G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet) beholdes.

Forslag til ny bindende grenseverdi for luftforurensing og anmerkninger for bly og uorganiske blyforbindelser:

- Grenseverdi (8-timers TWA): 0,03 mg/m<sup>3</sup>, inhalerbar fraksjon
- Anmerkninger:
  - R (Kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske)
  - G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet)

Forslag til ny biologisk grenseverdi for bly og uorganiske blyforbindelser:

- Biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder: 45 µg Pb/L blod.
- Biologisk grenseverdi for øvrige arbeidstakere: 150 µg Pb/L blod.

## 8. Vedtatt endring i regelverk

Ny grenseverdi for luftforurensing og anmerkninger for bly og uorganiske blyforbindelser:

- Grenseverdi (8-timers TWA): 0,03 mg/m<sup>3</sup>, inhalerbar fraksjon
- Anmerkninger:
  - R (Kjemikalier som skal betraktes som reproduksjonstoksiske)
  - G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet)

Nye biologiske grenseverdier for bly og uorganiske blyforbindelser:

- Biologisk grenseverdi for kvinner i fertil alder: 45 µg Pb/L blod.
- Biologisk grenseverdi for øvrige arbeidstakere: 150 µg Pb/L blod.

## 9. Referanser

- [1] «Committee for Risk Assessment RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for lead and its compounds». ECHA, 2020. [Online]. Tilgjengelig på: <https://echa.europa.eu/documents/10162/ed7a37e4-1641-b147-aaac-fce4c3014037>
- [2] «Annex 1 to RAC Opinion on lead and its compounds». 2020. [Online]. Tilgjengelig på: 44ac1a9b-5a73-f8fc-5bbb-961054c1548b
- [3] «C&L Inventory-ECHA». [Online]. Tilgjengelig på: [https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database?p\\_p\\_id=dissclininventory\\_WAR\\_dissclininventoryportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view](https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database?p_p_id=dissclininventory_WAR_dissclininventoryportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view)
- [4] «PubChem». [Online]. Tilgjengelig på: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>
- [5] EU-OSHA, «Biological-monitoring-work-guide\_EN». [Online]. Tilgjengelig på: [https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Biological-monitoring-work-guide\\_EN.pdf](https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Biological-monitoring-work-guide_EN.pdf)
- [6] «Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Gestis International Limit Values for Chemical Agents (GESTIS-ILV)». [Online]. Tilgjengelig på: <https://ilv.ifa.dguv.de/substances>
- [7] *ACGIH Threshold Limit Values, TLVs, 2022*. utg. i The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Values, TLV's.
- [8] «Legislation», ECHA. [Online]. Tilgjengelig på: <https://echa.europa.eu/legislation>
- [9] «Candidate List of substances of very high concern for Authorisation - ECHA». [Online]. Tilgjengelig på: <https://echa.europa.eu/candidate-list-table>
- [10] «Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for lead and its inorganic compounds». Åpnet: 13. mars 2026. [Online]. Tilgjengelig på: [https://echa.europa.eu/documents/10162/35144386/138\\_lead\\_compounds\\_oel\\_en.pdf/37242d9e-8b24-c8bf-33ef-55093cf9af40?t=1691407266071](https://echa.europa.eu/documents/10162/35144386/138_lead_compounds_oel_en.pdf/37242d9e-8b24-c8bf-33ef-55093cf9af40?t=1691407266071)
- [11] «ATSDR - TOXICOLOGICAL PROFILE FOR LEAD». Åpnet: 13. mars 2026. [Online]. Tilgjengelig på: <https://semspub.epa.gov/work/05/930045.pdf>
- [12] «ATSDR Lead Tox Profile». [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
- [13] *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*. ACGIH, 2017.
- [14] B. S. Schwartz *mfl.*, «Associations of blood lead, dimercaptosuccinic acid-chelatable lead, and tibia lead with neurobehavioral test scores in South Korean lead workers», *Am J Epidemiol*, bd. 153, nr. 5, s. 453–64, 2001.
- [15] I. H. Caspersen *mfl.*, «Patterns and dietary determinants of essential and toxic elements in blood measured in mid-pregnancy: The Norwegian Environmental Biobank», *Sci Total Env.*, bd. 671, s. 299–308, 2019.
- [16] World Health Organization, *Brief guide to analytical methods for measuring lead in blood*. 2020.



## Arbeidstilsynet

Tittel:

Bly og uorganiske blyforbindelser

Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for luftforurensing og biologiske grenseverdier

Revisjon av direktiv 2024/869/EU

Dette dokumentet omhandler det toksikologiske grunnlaget og vurderinger, samt tekniske og økonomiske hensyn for bly og uorganiske blyforbindelser.

Utgitt:

April 2026

Postadresse:

Arbeidstilsynet

Postboks 4720 Torgarden

7468 Trondheim

Sentralbord:

73 19 97 00

**[arbeidstilsynet.no](http://arbeidstilsynet.no)**