



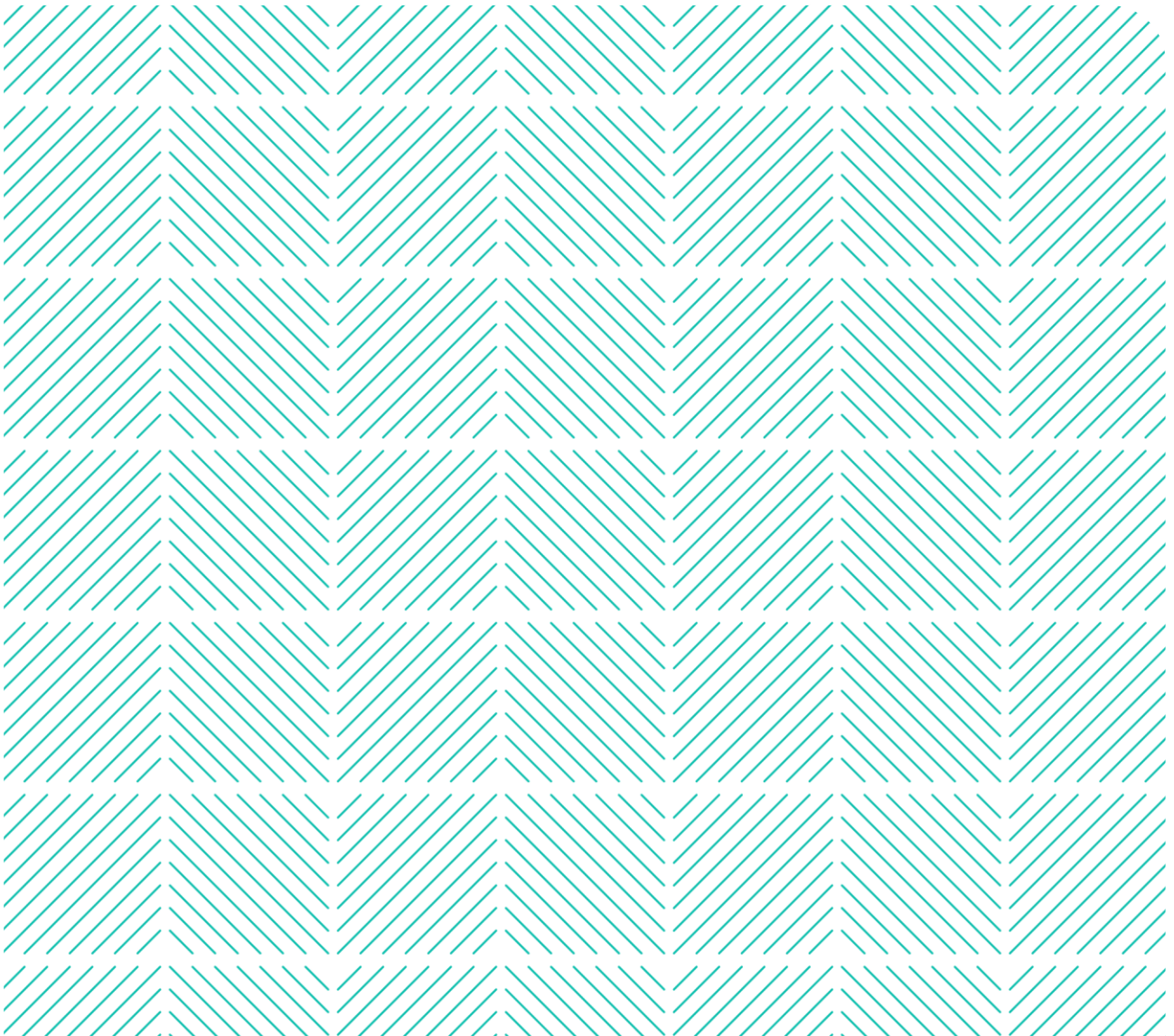
Arbeidstilsynet

Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi

Dieseleksos

Mai 2021

Revisjon av direktiv 2019/130/EU



Mai 2021 (korrigert januar 2022)

Arbeidstilsynet
Postboks 4720 Torgarden
7468 Trondheim

Tittel: Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for dieseleksos
Revisjon av direktiv 2019/130/EU.

Dette dokumentet omhandler det toksikologiske
grunnlaget og vurderinger, samt tekniske og
økonomiske hensyn for fastsettelse av grenseverdi
for dieseleksos.

Innhold

Innhold	3
Forord	4
Innledning	5
1. Stoffets identitet	5
2. Fysikalske og kjemiske data	5
2.1 Forekomst og bruk	5
3. Grenseverdier	6
3.1 Nåværende grenseverdi	6
3.2 Grenseverdi fra EU	6
3.3 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner	6
3.4 Stoffets klassifisering	7
3.5 Biologisk overvåking	7
3.6 Andre reguleringer	7
4. Toksikologiske data og helseeffekter	8
4.1 Anbefaling fra SCOEL	8
4.2 Kommentarer fra TEAN	8
5. Bruk og eksponering	11
5.1 Opplysning fra Produktregistret	11
5.2 Eksponering og måledokumentasjon	11
6 Vurdering	13
7 Konklusjon med forslag til ny grenseverdi og anmerkninger	15
8 Ny grenseverdi og anmerkninger	15
Referanser	17
Vedlegg 1: SCOEL-dokumentasjon	18

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 2019/130/EU fastsatt 16. januar 2019, og er den andre 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, samt orienteringer i møte med Regelverksforum eller per e-post, 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 deseleksos. Innholdet bygger spesielt på vurderinger og kommentarer fra toksikologisk ekspertgruppe for grenseverdier (TEAN), Statens arbeidsmiljøinstitutt (Stami).

1. Stoffets identitet

Deseleksos er en kompleks blanding av gasser, damp, aerosoler og partikler som oppstår ved forbrenning av diesel. Sammensetningen av deseleksosen avhenger av flere faktorer, som motoren, brenselet og forholdene for øvrig. Eksosen inneholder relativt mye sot (mye mer enn i bensineksos) og flere kreftfremkallende stoffer. Eksempler på kjemisk forbindelser i deseleksos er karbonmonoksid, nitrogenoksider, benzen, formaldehyd, maursyre, metanol, hydrokarboner, PAH, metan, hydrogencyanid og svoveldioksid [1,2].

Partiklene i deseleksosen består av stabile forbindelser med lang nedbrytingstid, og disse brukes derfor som markør for deseleksos. Partikkelfraksjonen består av en varierende andel elementært karbon (EC), og resten er kondensert uforbrent drivstoff. Bestemmelse av EC i luft anvendes internasjonalt som en eksponeringsmarkør for dieselavgasser både i det ytre og indre miljø [1].

Eksos fra eldre dieselmotorer består typisk av 30-90 % elementært karbon, mens andelen er om lag 13 % i eksos fra nyere motorer. I eksos fra nyere motorer er også andelen andre helsefarlige stoffer redusert [2].

Selv om andelen EC varierer, brukes EC som en markør for dieselavgasser, da flere studier har vist at selv om det er variasjon i andel EC i den totale dieselpartikkelmengden, er korrelasjonen over flere eksponeringsmålinger tilstrekkelig [2].

2. Fysikalske og kjemiske data

Deseleksos er en kompleks blanding gasser, damp, aerosoler og partikler, og det foreligger derfor ikke fysikalske og kjemiakse data.

2.1 Forekomst og bruk

Deseleksos dannes i forbrenningsmotorer med diesel som drivstoff, og forekommer overalt hvor slike motorer finnes. Deseleksos anses som en versting innen trafikkforurensing.

Deseleksos består av en meget kompleks blanding av kjemiske forbindelser, både gasser, damper og partikler. Mange av partiklene er ultrafine partikler (PM_{0,1}) som kan pustes lengst ned i luftveiene og gå over i blodomløpet. Sammensetningen av deseleksosen er avhengig av mange faktorer som motorenes tilstand, driftsbetingelser og etterbehandling av eksosen (katalyse/filter) før utslipp [1].

I 1995 hadde cirka 10 prosent av nye personbiler dieselmotor, og denne prosenten økte betydelig de etterfølgende år. I 2017 var dette tallet 48 prosent (SSB), men andelen er fallende. I mai 2019 var andelen nyregistrerte biler med dieselmotor nede i cirka 17 prosent. Dieselmotoren har vært, og er, mer enerådende i nyttekjøretøyer og arbeidsmaskiner enn i personbiler. Dette skyldes mindre driftskostnader på grunn av billigere drivstoff og lavere drivstofforbruk, bedre slitestyrke og mindre vedlikeholdsbehov [3].

De siste årene har den teknologiske utviklingen av dieselmotorer vært stor, og utslippene er betydelig redusert. Dette skyldes strengere lovreguleringer, forbedringer i motordesign og teknologiske løsninger som for eksempel partikkelfilter [2].

3. Grenseverdier

3.1 Nåværende grenseverdi

Norge har i dag ikke grenseverdi for dieseleksos.

3.2 Grenseverdi fra EU

SCOEL anbefaler ikke en grenseverdi i sitt kriteriedokument fra 2016 da det ikke er mulig å utlede en helsebasert verdi. ACSH har likevel anbefalt at det innføres en bindende grenseverdi.

Dagens grenseverdi i EU, etter implementering av direktiv 2019/130/EU fastsatt 16. januar 2019 (andre endring av karsinogen-mutagen-direktivet 2004/37/EC) er:

BOELV (Binding Occupational Exposure Limit Value): 0,05 mg/m³ (målt som elementært karbon).

Grenseverdien skal gjelde fra 21.2.2023. For gruve- og bergverksdrift og tunellarbeid skal grenseverdien gjelde fra 21.2.2026.

3.3 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner

Grenseverdier fra andre land og organisasjoner er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Grenseverdier for deseleksos fra andre land og organisasjoner.

Land Organisasjon	Grenseverdi (8 timer) ppm og/eller mg/m ³	Korttidsverdi (15 min) ppm og/eller mg/m ³	Anmerkning Kommentar
Sverige ¹	-		
Danmark ²	-		
Finland ³	-		
Storbritannia ⁴	-		
Nederland ⁵	0,01 mg/m ³		
Østerrike ⁵	0,1 mg/m ³ (0,3 mg/m ³ for gruverdrift)	0,4 mg/m ³ (1,2 mg/m ³ for gruverdrift)	
Sveits ⁵	0,1 mg/m ³		
Tyskland (AGS) ⁶	0,05 mg/m ³		

¹ Arbetsmiljöverkets Hygieniska gränsvärden AFS 2015:7,

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

² At-vejledning, stoffer og materialer - C.0.1, 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 <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/Dieselmotoremissie>

⁶ DGUV (German Social Accident Insurance), GESTIS International limit values, <https://limitvalue.ifa.dguv.de/>.

3.4. Stoffets klassifisering

Deseleksos er prosessgenerert forurensning, og er derfor ikke klassifisert i henhold til CLP Annex VI (Forordning EC No 1272/2008).

International Agency for Research on Cancer (IARC) har klassifisert deseleksos som et gruppe 1-karsinogen (sikkert kreftfremkallende) [4].

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 ikke fremmet et forslag til biologisk grenseverdi for deseleksos.

3.6 Andre reguleringer

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](#).

4. Toksikologiske data og helseeffekter

4.1 Anbefaling fra SCOEL

SCOELs vurdering av dieseleksos er fra 2016 (vedlegg 1). I dette dokumentet konkluderer ikke SCOEL med en grenseverdi.

I følge TEAN er grenseverdien sannsynligvis er basert på den tyske TRGS 900 listen (TRGS - Technical Rules for Hazardous Substances) hvor ekspertgruppen «Ausschuss für Gefahrstoffe» (AGS) lager grunnlaget. De publiserte i juli 2017 et dokument om dieseleksos [3].

4.2 Kommentarer fra TEAN

Grunnlag for bindende grenseverdi under EUs CMD-direktiv.

Etter behandling i ulike instanser i EU-systemet vedtok EU-kommisjonen i januar 2019 å oppdatere CMD-direktivet (Direktiv 2019/130) med blant annet en bindende grenseverdi for dieseleksos på 50 µg/m³ (målt som elementært karbon, EC). Argumenter for å regulere eksponering for dieseleksos kom opp under forarbeidet med revisjon av CMD-direktivet, og det var ikke laget et vitenskapelig kriteriedokument ferdig for regulatorisk bruk. Siden dieseleksos er prosessgenerert, har det heller ingen CLP-klassifisering. Stoffer som reguleres i dette direktivet skal vanligvis være fareklassifisert som Carc. 1A, Carc. 1B, Muta. 1A eller Muta. 1B. Det har likevel vært stor enighet om behovene for å regulere eksponering for dieseleksos, blant annet basert på IARC's klassifisering av dieseleksos i gruppe 1 [5]. Fra saksdokumenter publisert under EU-behandlingen [6], er det mye som tyder på at den vedtatte bindende grenseverdien er hentet fra den tyske TRGS 900 listen (TRGS - Technical Rules for Hazardous Substances) hvor ekspertgruppen «Ausschuss für Gefahrstoffe» (AGS) lager grunnlaget. De publiserte i juli 2017 et dokument om dieseleksos [7]. Den foreslåtte grenseverdien var på 50 µg/m³, men er basert på ikke-kreftfremkallende helseeffekter av dieseleksos.

Tysklands grenseverdi for dieselekseksponering.

AGS-rapporten har vurdert helseeffekter ved eksponering for dieseleksos og konkluderer med at evidensen for økt risiko for lungekreft og lungeinflammasjon er god. Deres konklusjon er at disse to helseeffektene henger sammen mekanistisk og at den partikulære fraksjonen har en avgjørende betydning. De vurderer også mekanismer og betydning av ulike komponenter i dieseleksosen. Basert på beregninger av mengden av kjente kreftfremkallende stoffer adsorbert til dieselpartikler og kunnskap om deres kreftfremkallende potensiale, konkluderer AGS at slike stoffer vil bidra lite til økt kreftrisiko. Den viktigste mekanismen for økt kreftrisiko mener de er knyttet til eksponering for finpartikler og de inflammasjonsprosessene som dette induserer. (Blant fageksperter er det ingen enighet om denne tolkningen. Se senere om kreftmekanismer.) Tiltak for å hindre eller redusere eksponering for partikler vil derfor være effektivt for å håndtere risikoen for både lungeinflammasjon og lungekreftrisiko. Som bakgrunn for forslaget om å sette en grenseverdi på 50 µg/m³ EC, henviser de til dyreforsøk publisert av Mauderly et al. i 1987 [8]. AGS har ikke funnet de epidemiologiske dataene fra amerikansk gruveindustri tilfredsstillende for en kvantitativ vurdering av risiko for lungekreft (se nedenfor).

Vitenskapelig evidens for helseeffekter av dieselekseksponering.

«Health Canada» laget i 2016 en risikovurdering av helsefare ved eksponering for dieseleksos [9]. Vurderingene er rettet mot behov for tiltak i generell befolkning. Styrken i evidensen for ulike helseeffekter ved akutt og kronisk eksponering for dieseleksos er oppsummert: Ved akutt eksponering for dieseleksos er

det sikker eller sannsynlig sammenheng med respiratoriske, kardiovaskulære og immunologiske effekter. Ved kronisk eksponering er det sikker sammenheng med økt lungekreftisiko og sannsynlig sammenheng med respiratoriske effekter.

Dose-effekt relasjoner som grunnlag for OEL.

Ekspertgruppen i «Health Canada» har også foreslått veiledende grenseverdier for akutt og kronisk eksponering basert på inflammasjon i luftveiene som en kritisk effekt [9]. Disse verdiene er henholdsvis 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ basert på elementært karbon. De har ikke gjort noen kvantitativ vurdering av lungekreftisiko, men sier de vil avvente konklusjonene fra Health Effects Institute (HEI) i USA før de gjør slike beregninger. HEIs rapport kom i november 2015. Her vurderer de om epidemiologiske data fra gruve- og lastebilindustri i USA er av god nok kvalitet til å brukes i en kvantitativ risikovurdering av deseleksos-eksponering i relasjon til lungekreftisiko [10]. Dette har vært et svært kritisk punkt, hvor meningene fremdeles er delte blant eksperter. Konklusjonen fra ekspertgruppen i HEI er at dataene er egnet til bruk i kvantitative risikovurderinger, men det er usikkerheter som må tas hensyn til når man lager modeller. Noe av dette henger sammen med at ingen av studiene har gjennomført målinger av deseleksos-eksponering for personer som inngår i studien. Kumulativ eksponering er estimert i etterkant av studien og utgjør en usikkerhet som er vanskelig å håndtere. IARC har vektlagt disse studiene når de har klassifisert deseleksos i gruppe 1 [5], men de baserer dette på styrken i evidensen og i mindre grad på dose-effekt relasjoner.

DECOS [11] gjør en kvantitativ risikovurdering hvor de bruker data fra studier vurdert av HEI. Data og modellen som brukes er basert på en estimering av kumulativ yrkeseksponering for deseleksos i en metastudie publisert av Vermeulen et al. [12]. Eksponeringen er deretter relatert til økt forekomst av lungekreftdødelighet i kohortene. De ender opp med følgende sammenhenger mellom eksponering og økt livstidsrisiko (40 år) for død av lungekreft:

0,011 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ EC - 4 : 100 000

1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ EC - 4 : 1 000

Som nevnt tidligere er grunnlagene for disse beregningene vurdert å være ganske usikre. Land som har OEL for deseleksos har, så langt TEAN kjenner til, ikke basert grenseverdien på disse risikoberegningene. ACGIH har i 2016 satt deseleksos på en liste av stoffer hvor de jobber med å sette en TLV, men foreløpig har de ikke sluttført dette arbeidet. CAREX Canada laget nylig en rapport om utfordringer og muligheter for å sette en OEL i Canada [13]. Her nevnes DECOS-rapporten svært kort. CAREX anbefaler å sette en OEL for arbeidsplasser generelt på 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for gruveindustri. Forslagene til OEL er ikke begrunnet ut fra vitenskapelige data beskrevet i denne rapporten, men kan være basert på risikovurderinger gjort av Health Canada for den generelle befolkningen (nevnt ovenfor).

Et sammendrag av et prosjektsamarbeid mellom NEG og DECOS om vurdering av deseleksos-eksponering og helseeffekter som grunnlag for å sette en OEL ble publisert i 2017 [14]. For ikke-kreftfremkallende effekter mener ekspertgruppen at man har relativt gode data på LOAEL i korttidsstudier på mennesker. Akutte lunge- og kardiovaskulære effekter er påvist ved eksponering for deseleksospartikler (DEP) ved 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og høyere. Kronisk eksponering i dyreforsøk har gitt mild lungeinflammasjon og histologiske endringer i lungene ved DEP eksponeringer ned til 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Mengde elementært karbon utgjør omkring 75 % av DEP fra gammel dieselteknologi.) Kreftfremkallende effekter av deseleksospartikler er observert i rotteforsøk ved svært høye konsentrasjoner av DEP (>2200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Disse studiene regnes ikke som relevante for mennesker. Ekspertgruppen (NEG + DECOS) konkluderer at de kritiske helseeffektene av deseleksos eksponering er både lungeinflammasjon og lungekreft. Basert på arbeidet til Vermeulen, som beskrevet ovenfor [8], estimeres en livstidsrisiko (40 år) for lungekreft på 4 : 1 000 ved eksponering for 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ EC. Ekspertgruppen gjør ingen vurderinger av kvaliteten i grunnlagsdataene for dette estimatet.

En ny studie fra STAMI med tunnelferdigstillere bekrefter gentoksiske effekter av yrkeseksponering for dieseleksos [15]. Tunnelferdigstillere er en gruppe arbeidstakere som jobber med etablering og vedlikehold av elektriske installasjoner, ventilasjon og asfaltering i tunneler. I STAMI-studien fant man at eksponerte arbeidstakere hadde økt nivå av DNA-addukter i lymfocyt-DNA sammenliknet med en lavt eksponert kontrollgruppe.

Kreftmekanismer – gentoksisitet - terskler.

Kreftfremkallende egenskaper til dieseleksos tilskrives i all hovedsak den partikulære fasen av dieseleksosen. Det er god evidens for at både den ekstraherbare organiske fraksjon og den partikulære fraksjon bidrar til karsinogenisiteten av dieseleksospartikler. Det antas derimot at gassfasen ikke har karsinogene egenskaper [16]. Humane og dyreeksperimentelle studier har vist at eksponering for dieseleksospartikler resulterer i økt DNA-skade i form av trådbrudd, addukter, oksidative skader og mutasjoner. Genskader kan skyldes adsorberte gentoksiske forbindelser på partiklene som direkte reagerer med DNA eller dannelse av reaktive oksygenforbindelser som deretter fører til DNA-skader. Det har blitt diskutert om det eksisterer en terskel for karsinogene effekter av dieseleksospartikler [17]. Ettersom partiklene inneholder mange ulike gentoksiske forbindelser som virker gjennom ulike mekanismer, kan man ikke utelukke at gentoksisitet av dieseleksos følger en mekanisme-modell uten terskel [18].

Partikulær luftforurensning (PLF) og likheter med dieseleksos.

Vurdering av helserisiko ved eksponering for kjemikalier vil nesten alltid være basert på mangelfulle data. Evidensvekting er en strategi for å håndtere usikkerhet i risikovurderinger som skyldes slike mangler. Metoden baserer seg på bruk av alle tilgjengelige data, både om det aktuelle stoffet og relevante analoge stoffer. TEAN mener at kunnskap om sammenheng mellom eksponering for partikulær luftforurensning og helserisiko har relevans for risikovurdering av dieseleksos.

Det er mange kilder til urban luftforurensning, men veitrafikk og utslipp fra dieselmotorer er viktige kilder. Den partikulære fraksjonen av luftforurensningen er anerkjent som en viktig faktor for de helseproblemene som slik forurensning forårsaker. Det finnes svært gode data fra et utall av studier og ekspertvurderinger av helsefare med PLF.

IARC har klassifisert luftforurensning som kreftfremkallende for mennesker (gruppe 1) [19]. De har vurdert mekanismer og ulike bestanddeler av forurensningen. IARC konkluderer at det er tilstrekkelig evidens for at den partikulære fraksjonen (basert på studier av PM2.5 og PM10) er kreftfremkallende for mennesker (gruppe 1) og at slik eksponering er knyttet til økt risiko for lungekreft.

En ekspertkomité under WHO publiserte en rapport i 2012 hvor de oppsummerer evidenser for helseeffekter knyttet til eksponering for PM2.5 som en komponent i luftforurensning [20]. Korttidsstudier viser tilstrekkelig evidens for at luftkonsentrasjonen av PM2.5 (målt som "Carbon Black") er assosiert med økt dødelighet av hjertesvikt samt et økt antall sykehusinnleggelses på grunn av akutte symptomer i hjerte eller lunger. Langtidsstudier viser tilstrekkelig evidens for at eksponering for PM2.5 er assosiert med økt dødelighet av sykdommer i hjerte-/kar- og lungesystemet. Disse konklusjonene støttes også av en ekspertkomité nedsatt av tidsskriftet Lancet med oppdrag å vurdere helseeffekter av luftforurensning [21]. I tillegg fremhever komiteen at det er en årsakssammenheng mellom eksponering for PM2.5 og lungekreft, en sammenheng som IARC også har påvist. Ut fra kjente helseeffekter og mekanismer er det altså gode holdepunkter for at det er likheter mellom partikler i dieseleksos og partikler fra luftforurensning generelt. Studier som har sammenlignet toksisiteten av PM2.5 generert fra ulike kilder indikerer imidlertid at partikler fra dieselmotorer kan være mer toksiske enn partikler fra andre kilder [22].

På bakgrunn av studier av sammenhengen mellom luftforurensning og helseskader, har WHO laget en anbefaling når det gjelder luftkvalitet og innholdet av PM_{2.5} og PM₁₀ [23]. Denne anbefalingen gjelder for generell befolkning utsatt for partikulær luftforurensning:

	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Årlig gjennomsnitt	10	20
24 timer gjennomsnitt	25	50

TEANs vurdering.

Den bindende grenseverdien for deseleksos som er inkludert i EUs CMD-direktiv har et svakt grunnlag basert på rene helsemessige vurderinger. Grenseverdien kan derfor være satt ut ifra andre hensyn. Basert på kunnskap om helsefare ved inhalasjon av dieselpartikler og analoge partikler fra urban luftforurensning, vil et lavere eksponeringsnivå enn den gitte grenseverdien trolig ha betydelige helsemessige fordeler.

5. Bruk og eksponering

5.1 Opplysning fra Produktregistret

Deseleksos er en forurensning i arbeidsatmosfæren fra dieselmotorer. Data fra Produktregisteret er derfor ikke relevante for deseleksos.

5.2 Eksponering og måledokumentasjon

Eksponering for deseleksos er en aktuell problemstilling i en rekke bransjer hvor det anvendes kjøretøy, maskiner og utstyr med dieselmotorer. Dette kan være i anleggsvirksomhet, bergverksdrift, transport, jordbruk og skogbruk, industri og sjøfart. Eksponerte yrkesgrupper kan være mekanikere, lastebil- og trailersjåfører, brannfolk (også på stasjonene), bygningsarbeidere, veiarbeidere, truckførere, de som jobber med kompressorer og generatorer, arbeidere som jobber med lasting og lossing av skip og fly, ansatte i olje- og gassindustri [24].

Eksponering for deseleksospartikler er kartlagt i petroleumsnæringen, gruvedrift, tunneldrift, på flyplasser, transport av malm, aluminiumsmelteverk og kontor ved bruk av elementært karbon som markør for eksponering. Resultatene viser at konsentrasjon av elementært karbon var høyest ved arbeid i «lukkede» miljøer som tunneldrift, gruvedrift og i aluminiumsmelteverk [1].

Ifølge Nasjonal overvåking av arbeidsmiljø (NOA) oppgir totalt 11 prosent av de yrkesaktive i Norge, tilsvarende 290 000 yrkesaktive, at de i arbeidssituasjonen kan lukte eller puste inn eksos eller røyk fra forbrenning. Det er nesten utelukkende menn som er utsatt, og de har yrker som mekaniker, anleggsarbeider, bonde/fisker, sjåfør/yrker og operatør industri [25].

5.2.1 EXPO-data

Rapporterte målinger av deseleksos er hentet fra STAMIs eksponeringsdatabase EXPO.

Eksponeringsmålinger av deseleksos registrert i EXPO som er vurdert er utført i perioden 2012-2019. Resultatene viser totalt 316 personbårne prøver oppgitt med konsentrasjonsangivelse $\mu\text{g}/\text{m}^3$, og er fremstilt i tabell 2.

Resultatene viser at den del virksomheter har verdier over ny grenseverdi på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette gjelder særlig i næringene Produksjon av primæraluminium og Bygging av veier og motorveier, Bygging av bruer og tunneler.

Tabell 2. Oversikt over næringer hvor det er foretatt målinger av deseleksos (elementært karbon) i perioden 2012-2019 og måleresultater for disse målingene. Næringer hvor det er registrert færre enn 4 målinger er utelatt fra tabellen. GV = ny grenseverdi på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Næringskode	Næring	Antall virksomheter	Antall prøver	Gj.snitt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andel > GV	Andel < GV	Andel > 1/2 GV og < GV	Andel < 1/4 GV
07.100 og 07.290	Bryting av jernmalm. Bryting av ikkejernholdig malm ellers	2	67	34	24 %	76 %	33 %	43 %
08.112	Bryting av kalkstein, gips og kritt	1	28	25	7 %	93 %	75 %	18 %
22.220	Produksjon av plastemballasje	1	11	4	0 %	100 %	0 %	100 %
24.421	Produksjon av primæraluminium	2	49	191	55 %	45 %	41 %	4 %
42.110 og 42.130	Bygging av veier og motorveier. Bygging av bruer og tunneler	3	50	56	50 %	50 %	32 %	16 %
43.210	Elektrisk installasjonsarbeid	2	17	43	24 %	76 %	53 %	24 %
52.211, 52.221 og 52.230	Drift av gods og transportsentraler. Drift av havne- og kaianlegg. Andre tjenester tilknyttet lufttransport	4	62	4,9	2 %	98 %	3 %	95 %
	Alle næringer	23	316	53	24 %	76 %	32 %	44 %

5.2.2 Prøvetakings- og analysemetode

Som markør for partikkelfasen i deseleksos brukes elementært karbon. Elementært karbon samles opp på forglødet kvartfilter (25 mm), og analyseres med termisk-optisk analyse i henhold til NIOSH metode 5040. For å få et fullstendig bilde av deseleksponeringen (både partikkel- og gassfase), anbefaler STAMI å måle NO₂ samtidig, det kan gjøres med NaI-impregnert filter i samme kassett.)

I tabell 3 er anbefalte metoder for prøvetaking og analyser av elementært karbon i deseleksos presentert.

Tabell 3. Anbefalte metoder for prøvetaking og analyse av elementært karbon som markør for deseleksos.

Prøvetakingsmetode	Analysemetode	Referanse
Oppsamling på forglødet kvartfilter, 25 mm	Termisk-optisk analyse	NIOSH metode 5040 ¹

¹<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/5040.pdf>

Dette er en kjent utfordring i noen bransjer med elementært karbon fra andre kilder enn deseleksos. NIOSH metode 5040 presiserer at «size selective sampler may be required».

Videre henviser det I NIOSH metode 5040 til Manual of Analytical Methods (NIOSH 2003). I denne diskuteres det rundt hvilke størrelser som dieselpartikler normalt har og hvilke partikkelstørrelsen man kan anta kommer fra andre kilder. Men størrelsen, både på dieselpartiklene og partikler fra andre kilder vil variere avhengig av hvilket miljø de samles i.

Det kan derfor være hensiktsmessig og å ha en fotnote ved deseleksos målt som elementært karbon jf. NIOSH 5040; «i visse arbeidsmiljøer der det forekommer forurensing av elementært karbon fra andre kilder enn deseleksos bør bestemmelsen av elementært karbon gjøres i en spesifikk aerosolfraksjon».

Dette kan være et problem i bare noen industrier og det vil ikke være gunstig å gjøre dette generelt i alle arbeidsmiljøer, all den tid EU-direktivet ikke spesifiserer aerosolfraksjonen. Det bør således som en del av den innledende vurderingen som utføres før måling av deseleksos gjøres en vurdering av om det er nødvendig å prøveta en spesifikk fraksjon i det aktuelle arbeidsmiljøet.

6 Vurdering

Den nye grenseverdien for deseleksos skal settes til 0,05 mg/m³. I følge TEAN er verdien satt på et svakt grunnlag basert på rene helsemessige vurderinger, og at andre hensyn sannsynligvis er tatt med i betraktningen når EU har satt denne verdien. TEAN presiserer at basert på kunnskap om helsefare ved inhalasjon av dieselpartikler og analoge partikler fra urban luftforurensning, vil et lavere eksponeringsnivå enn den gitte grenseverdien trolig ha betydelige helsemessige fordeler.

I EUs sosioøkonomiske analyse av konsekvensene av innføring av grenseverdien påpekes det at en slik grenseverdi sannsynligvis vil føre til en nedgang i antall krefttilfeller vil kunne reduseres med opptil 43 % frem til 2056. Det presiseres i rapporten at det er stor usikkerhet knyttet til dette tallet.

I Norge vil innføringen av en grenseverdi for deseleksos føre til at en rekke virksomheter vil måtte overvåke deseleksos-eksponeringen for sine arbeidstakere med målinger i større grad enn i dag. Det finnes allerede en rekke målinger i STAMIs database over eksponeringsmålinger, som vist i kapittel 5.2.1. Resultatene av

disse målingene viser at flere næringer har måleresultater som ligger høyt sammenliknet med ny grenseverdi. Dette gjelder særlig i næringene Produksjon av primæraluminium og Bygging av veier og motorveier, Bygging av bruer og tunneler. Disse tallene er basert på et relativt lavt antall målinger fra få bedrifter, og det er usikkert hvor representative resultatene er for eksponeringstilstanden blant landets virksomheter.

En undersøkelse gjort av STAMI har kartlagt eksponering for dieseleksospartikler i petroleumsnæringen, gruvedrift, tunneldrift, på flyplasser, transport av malm, aluminiumsmelteverk og kontor ved bruk av elementært karbon som markør for eksponering. Resultatene viser at konsentrasjon av elementært karbon var høyest ved arbeid i «lukkede» miljøer som tunneldrift, gruvedrift og i aluminiumsmelteverk [1].

Det er rimelig å anta at innføring av denne grenseverdien vil føre til at en rekke virksomheter må innføre nye tiltak for å redusere eksponeringen for dieseleksos for sine arbeidstakere. EUs konsekvensanalyse peker på hvilke tiltak som vil være mest effektive i så måte, og trekker frem erstatning av dieselmotorer med motorer som driftes av naturgass, LPG (liquid petroleum gas) eller elektriske motorer som det mest effektive tiltaket. Dersom dette ikke er mulig, bør eldre dieselmotorer erstattes med moderne dieselmotorer med mindre utslipp. Andre tiltak som nevnes i denne rapporten er ventilasjonstiltak, inkludert ventilasjon av førerhytter på kjøretøy, dieselpartikkelfilter og godt renhold av lokaler hvor dieselmotorer brukes for å minimere støvdannelse. Ytterlige tiltak kan også være nødvendige.

EU anslår i sin konsekvensanalyse at kostnader for å gjennomføre tiltak for å redusere eksponering for dieseleksos. Den største kostnaden de har identifisert er erstatning av gamle dieselmotorer. Denne kostnaden er anslått til mellom 25000 og 200 millioner euro per virksomhet. I tillegg kommer kostnader til andre tiltak, dette er anslått til mellom 3000 og 10 millioner euro per virksomhet per år. Det antas samtidig at en rekke virksomheter allerede i dag har innført relevante tiltak, og kostandene for disse virksomhetene vil derfor bli mindre.

Ny grenseverdi skal gjelde fra 21.02.2023, og fra 21.02.2026 for virksomheter i gruve- og bergverksdrift. Virksomhetene får slik god tid til å planlegge og iverksette tiltak.

Da elementært karbon kan forekomme fra andre kilder enn dieseleksos, er det nødvendig med en fotnote som presiserer at i visse arbeidsmiljøer der det forekommer forurensing av elementært karbon fra andre kilder enn dieseleksos. Da bør bestemmelsen av elementært karbon gjøres i en spesifikk aerosolfraksjon. Hovedmengden (> 90 %) av EC i dieseleksos foreligger i partikler hvor den aerodynamiske partikkelstørrelsen er < 1 µm.

Arbeidstilsynet har vurdert at tekniske og økonomiske forhold bør tas hensyn til ved innføring av denne verdien. EXPO-data viser til dels høye verdier i enkelte næringer, og vi antar at en grenseverdi på 0,05 mg/m³ vil være utfordrende nok for en rekke virksomheter å overholde. EU har også i sin vurdering tatt hensyn til dette. EU fastslår at grenseverdien skal gjelde fra 2023, og fra 2026 for gruve- og bergverksdrift og tunellarbeid, noe som også indikerer at virksomhetene vil trenge tid for å kunne overholde denne verdien.

Arbeidstilsynet foreslår derfor en grenseverdi på 0,05 mg/m³ til tross for at TEAN presiserer at et lavere eksponeringsnivå enn dette trolig ha betydelige helsemessige fordeler.

7 Konklusjon med forslag til ny grenseverdi og anmerkninger

På bakgrunn av den foreliggende dokumentasjon og en avveining mellom de toksikologiske dataene og eksponeringsdata (dvs. tekniske og økonomiske hensyn) for dieseleksos, forslås det ny grenseverdi tilsvarende direktivverdi, og at det innføres anmerkning K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende) og G (EU har innført bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet).

Forslag til ny grenseverdi og anmerkning for dieseleksos:

- Grenseverdi (8-timers TWA): 0,05 mg/m³ (målt som elementært karbon)

Ny oppføring i vedlegg 1 til forskrift om tiltaks- og grenseverdier: Deseleksos (målt som elementært karbon).

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

Følgende fotnoter innføres:

- «Grenseverdien skal gjelde fra 21.2.2023. For gruve- og bergverksdrift og tunellarbeid skal grenseverdien gjelde fra 21.2.2026.»
- «I visse arbeidsmiljøer der det forekommer forurensing av elementært karbon fra andre kilder enn dieseleksos bør bestemmelsen av elementært karbon gjøres i en spesifikk aerosolfraksjon».

8 Ny grenseverdi og anmerkninger

På grunnlag av drøftinger med partene og høringsuttalelser ble ny grenseverdi for dieseleksos fastsatt til:

Grenseverdi (8-timers TWA): 0,05 mg/m³ (målt som elementært karbon)

Anmerkninger:

K (kjemikalier som skal betraktes som kreftfremkallende.) og

G (EU har fastsatt en bindende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet)

Fotnoter:

«Grenseverdien skal gjelde fra 21.2.2023. For gruve- og bergverksdrift og tunellarbeid skal grenseverdien gjelde fra 21.2.2026.»

«I visse arbeidsmiljøer der det forekommer forurensing av elementært karbon fra andre kilder enn dieseleksos bør bestemmelsen av elementært karbon gjøres i en spesifikk aerosolfraksjon».

Referanser

1. Thomassen et al. [Kartlegging av eksponering for dieseleksosartikler i norsk arbeidsliv ved bruk av elementært karbon som markør](#). STAMI-rapport Årg. 16, nr. 2, Oslo: STAMI, 2015.
2. European Commision, Second study to collect updated information for a limited number of chemical agents with a view to analyse the health, socio-economic and environmental impacts in connection with possible amendments of Directive 2004/37/EC, Final report, Januar 2017
3. <https://snl.no/dieselmotor>
4. IARC's liste over klassifisering <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>
5. IARC Monographs (2014). Diesel and gasoline engine exhaust and some nitroarenes. Volume 105.
6. Commission staff working document. Second phase consultation of Social Partners under Article 154 TFEU on revision of Directive 2004/37/EC to include occupational exposure limit values for additional carcinogens and mutagens. C(2017) 7466 final.
7. Committee on Hazardous Substances (AGS). Justification for diesel engine emissions (DME) in TRGS 900. (2017) p. 1-82.
8. Mauderly JL et al. (1987) Diesel exhaust is a pulmonary carcinogen in rats exposed chronically by inhalation. *Fundam Appl Toxicol* 9: 208-221.
9. Health Canada (2016) Human Health Risk Assessment for Diesel Exhaust.
10. Health Effects Institute (2015) Diesel Emissions and Lung Cancer: An Evaluation of Recent Epidemiological Evidence for Quantitative Risk Assessment. Special report 19.
11. Health Council of the Netherlands. (2019) Diesel Engine Exhaust. Health-based recommended occupational exposure limit. No 2019/02.
12. Vermeulen R et al. (2014) Exposure-Response Estimates for Diesel Engine Exhaust and Lung Cancer Mortality Base don Data from Three Occupational Cohorts. *Environ Health Perspect* 122 (2): 171-177.
13. CAREX Canada (2019) Setting an Occupational Exposure Limit for Diesel Engine Exhaust in Canada: Challenges and Opportunities.
14. Taxell P and Santonon T (2017) Diesel Engine Exhaust: Basis for Occupational Exposure Limit Value. *Toxicol Sci*, 158 (2): 243-251.
15. Rynning I. et al. (2019) Bulky DNA adducts, microRNA profiles, and lipid biomarkers in Norwegian tunnel finishing workers occupationally exposed to diesel exhaust. *Occup Environ Med* 76 (1): 10-16.
16. NEG and DECOS (2016) Arbete och Hälsa Scientific Serial. 149. Diesel Engine Exhaust.
17. Hesterberg TW et al. (2012) Health effects research and regulation of diesel exhaust: an historical overview focused on lung cancer risk. *Inhalation Toxicology*, 24 (S1): 1-45.
18. National Research Centre for the Working Environment (NFA) (2018) Diesel exhaust particles: scientific basis for setting a health-based occupational exposure limit. Copenhagen, Denmark.
19. IARC Monographs (2013) Outdoor Air Pollution. Volume 109.
20. World Health Organization (2012) Health Effects of Black Carbon.
21. The Lancet commission on pollution and health (2018). *Lancet*, 391: 462-512
22. Park M et al. (2018) Differential toxicities of fine particulate matters from various sources. *Scientific Reports* 8: 17007.
23. World Health Organization (2016) Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease.
24. <https://roadmaponcarcinogens.eu/wp-content/uploads/2017/12/DIESEL-ENGINE-EXHAUST-NOR.pdf>
25. <https://stami.no/content/uploads/2018/06/Faktaboka-2018.pdf>

Vedlegg 1: SCOEL-dokumentasjon



SCOEL/OPIN/403 **Diesel Engine Exhaust**

Opinion from the
Scientific Committee on Occupational Exposure Limits



H. Greim, A. Hartwig, D. Heederik, L. Levy, E. Pospischil, T. Santonen, M. Van Tongeren,
D. Papameletiou, C. L. Klein
Adopted 21 December 2016



EUROPEAN COMMISSION

Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion
Directorate B —Employment
Unit B.3 — Health and safety

Contact: Dr. Christoph Klein

E-mail: EMPL-SCOEL@ec.europa.eu
Christoph.Klein@ec.europa.eu

European Commission
B-1049 Brussels

EUROPEAN COMMISSION

SCOEL/OPIN/2016-403

Diesel Engine Exhaust

Opinion from the
Scientific Committee on Occupational Exposure Limits

*Europe Direct is a service to help you find answers
to your questions about the European Union.*

Freephone number (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* The information given is free, as are most calls (though some operators, phone boxes or hotels may charge you).

LEGAL NOTICE

This document has been prepared for the European Commission however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

More information on the European Union is available on the Internet (<http://www.europa.eu>).

Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017

ISBN: 978-92-79-65251-6 (PDF)
doi: 10.2767/299599 (PDF)

© European Union, 2017
Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

Contents

1. IDENTIFICATION	7
2. CHEMICAL AGENT AND SCOPE OF LEGISLATION.....	8
3. LIMIT VALUES, MODE OF ACTION, NOTATIONS	9
3.1. Mode of action.....	9
3.2. Genotoxicity and Carcinogenicity:	10
3.3. Short-term exposure limit (STEL)	11
3.4. Reproduction.....	11
3.5. Sensitization	11
3.6. Skin notation	11
3.7. Biological Monitoring	11
4. REFERENCES.....	16

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

**OPINION FROM THE
SCIENTIFIC COMMITTEE ON OCCUPATIONAL EXPOSURE
LIMITS FOR
DIESEL ENGINE EXHAUST EMISSIONS**

Traditional Diesel Engine Exhaust Emissions DEEE

8-hour TWA: to be derived

STEL: not applicable

BLV: not applicable

Additional
categorisation: Carcinogen Group B or Group C

Notation: None

The present Opinion was adopted by SCOEL December 2016.

OPINION SUMMARY

1. IDENTIFICATION

The present Opinion addresses Diesel engine exhaust emissions. Thereby, "Traditional DEEE" in contrast to "New Technology DEEE" are understood to be identified by the following characteristics:

'Traditional Diesel Engine Exhaust Emissions (DEEE)': This category includes the exhaust emissions of all diesel vehicles the emissions of which comply, at best, with the Euro 2 emission standards referred in Table 1 and also specifically exhaust emissions of any other diesel engines which are not covered by the definition of 'new technology DEEE', such as exhaust emissions from diesel engine powered heavy equipment.

'New technology Diesel Engine Exhaust Emissions (New technology DEEE)': This category includes the exhaust emissions of all diesel vehicles the emissions of which comply or exceed Euro 3 and Euro III standards referred in Table 1.

Outline description

Diesel engine exhaust emissions are mixtures of hundreds of chemical compounds, which are emitted partly in the gaseous phase, partly in the particulate phase (WHO 1996). Main gaseous combustion products are carbon dioxide and water vapour, oxygen and nitrogen (more than 99% of total mass). Products of incomplete combustion are carbon monoxide, sulfur compounds, nitrogen compounds (oxides), as well as low-molecular-weight hydrocarbons (alkanes, alkenes, carbonyls, carboxylic acids, aromatics) and their (nitrated) derivatives. Known to be of toxicological relevance are for example aldehydes like formaldehyde, acetaldehyde, or acrolein, benzene, 1,3-butadiene, toluene, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and nitro-PAH and particles of different sizes.

Main particulate combustion product of traditional DEEE is the core of elemental carbon (EC) and absorbed organic compounds like PAH, oxidised PAH, and nitro-PAH (up to 1% of particulate mass), as well as small amounts of sulfates, nitrates, metals and other trace elements. This diesel particulate matter consists

of fine particles with a diameter of $< 2.5 \mu\text{m}$, including also ultrafine particles with a diameter of $< 0.1 \mu\text{m}$.

Diesel engine exhaust emissions vary in their chemical composition and particle size distribution depending on engine types, engine operating conditions, fuel formulations, lubricating oil, additives, emission control systems. They also vary between on-road and non-road engines (IARC 2014; NEG 2016). The qualitative and quantitative composition of the diesel engine exhaust emissions has changed during the last years, beginning from the early 1990s, due to the introduction of stringent emission regulations in the EU. This triggered the development and application of new technology for diesel engines with changes in (the composition of) PM and gaseous constituents in the exhaust.

When using the new technology DEEE (especially those complying Euro IV-VI) engines, diesel engine exhaust emission composition differs substantially from traditional diesel engine exhaust emissions before 1995 (see Figure below). Especially the mass of diesel exhaust particles (DEP) emitted is reduced by more than 90% in the case of euro IV-VI engines when compared to Euro I and II engines. Elemental carbon, organic carbon, water-soluble carbon, aldehydes, PAHs, Nitro-PAHs, other aromatics, dioxins/furans, and metals are lower as well. However, sulphate and ammonium are increased (Hesterberg et al. 2012; Khalek et al. 2011). Also, even if the total amounts of nitrogen oxide emissions are decreased, too, the percentage of NO_x is substantially higher and may account for up to 50%, which is much more than in older engines (max. 10%) (McDonald et al. 2012). Typical compositions of "Traditional DEEE" and "New Technology DEEE" are shown in Table 2.

2. CHEMICAL AGENT AND SCOPE OF LEGISLATION

Traditional Diesel Engine Exhaust Emissions (DEEE) are process-generated substances that are hazardous chemical agents in accordance with Article 2 (b) of Directive 98/24/EC and falls within the scope of this legislation.

Traditional Diesel Engine Exhaust Emissions (DEEE) are process-generated substances that are carcinogens or mutagens for humans in accordance with Article 2(a) and (b) of Directive 2004/37/EC.

Traditional Diesel Engine Exhaust Emissions (DEEE) are carcinogenic SCOEL Group B or C, although a mode of action-based threshold may be applicable.

3. LIMIT VALUES, MODE OF ACTION, NOTATIONS

General Considerations

The critical effect of traditional Diesel Engine Exhaust Emissions (DEEE) in rats is pulmonary cancer, which is considered to be the consequence of inflammation and genotoxicity being primarily induced by particulate matter. Lung toxicity of newest technology diesel engine exhaust however results primarily from NO₂ exposure. Consequently, for traditional DEEE the OEL requires control of particulate matter emissions, for new type of engines it requires control of NO₂. Typical DEEE compositions are presented in tables 1 and 2. The changes in composition are additionally presented in figure 1.

3.1. Mode of action

Traditional DEEE contains genotoxic components like PAHs or nitro-PAHs, but the amount of PAH alone cannot explain the observed tumours (Heinrich et al. 1986). There is evidence for the direct genotoxic activity of DEEE and therefore, direct genotoxicity cannot be fully excluded. In animal studies chronic inflammation resulting in oxidative stress and reactive oxygen species has been observed at doses resulting in tumour formation in rats, and therefore secondary genotoxicity together with increased cell proliferation seem to be predominant in rats. Based on this mode of action, a non-linear dose-response relationship and a threshold mechanism for carcinogenicity could be anticipated. Considering this mechanism, traditional diesel engine exhaust would be classified as SCOEL carcinogen Cat. C (genotoxic carcinogens with a mode of action-based threshold). Considering that the genotoxic activity cannot be fully excluded and the epidemiological studies show a gradually increasing exposure response relation already starting at exposure levels close to background level and are not indicative of a clear exposure threshold, SCOEL carcinogen Cat. B would also apply.

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

Toxicological and pathobiological information from animal studies supports a mode of action, for which possibly a threshold could be established. However, the epidemiological evidence does not allow to identify a critical threshold that could serve for derivation of an OEL, and direct genotoxicity cannot be excluded. Thus, traditional DEEE are carcinogenic within SCOEL groups B or group C. Further scientific-technical analysis shall follow up on this issue.

In new-technology diesel engine exhaust (especially DEEE corresponding to Euro IV-VI) particulate matter and adsorbed mutagenic compounds are much lower than in traditional diesel engine exhausts. Accordingly, in a 1-year mouse and a 2-year rat study with the US 2007 compliant diesel engine exhaust (corresponding to Euro VI) did not show tumours or genotoxicity in vivo (HEI 2015). The toxic effects in the lung have been attributed to NO₂ exposure so that exhausts of these new technology diesel engines may not be considered carcinogenic.

3.2. Genotoxicity and Carcinogenicity:

The epidemiological studies which describe quantitative exposure response relations have been used by Vermeulen et al (2014) to conduct a meta-regression of lung cancer mortality and cumulative exposure to elemental carbon (EC), based on relative risk (RR) estimates reported of the three large occupational cohort studies (Steenland et al 1998, Garshick et al 2012, Silverman et al 2012). Based on the derived overall risk function, excess lifetime risks were calculated for several lifetime occupational exposure scenarios. Estimated numbers of excess lung cancer deaths through 80 years of age for lifetime occupational exposures of 1, 10, and 25 µg/m³ EC were 17, 200, and 689 per 10,000, respectively (Vermeulen et al 2014).

Thus, although toxicological data supports a threshold (possibly at 0.02 mg DEP/m³ or below, corresponding 0.015 mg EC/m³), epidemiological data suggests significant cancer risks already at and below these exposure levels. Therefore, an occupational exposure limit that would be adequately protective for workers cannot be established on the basis of the current available data and analysis. However, both toxicological and human epidemiological data are further gathered and evaluated.

3.3. Short-term exposure limit (STEL)

For DEEE the pathobiological effect is the lung toxicity, which results from inflammation. Due to the long clearance half-life time of diesel engine exhaust particles (alveolar clearance for insoluble, non-toxic particles is 60-100 days in rats (WHO 1996), and several hundred days in humans (US-EPA 2002), it is not considered necessary to derive an acute 15 minutes short-term exposure limit (STEL).

3.4. Reproduction

Reproductive and developmental toxicity are considered unlikely to be critical end-points for diesel engine exhaust, neither from old nor from new-technology engines.

3.5. Sensitization

No study investigating sensitization potential of diesel engine exhausts according to current guidelines is available in animals or humans. Several studies show effects of diesel engine exhausts on the immune system in humans and animals. Diesel engine exhausts react as an adjuvant in sensitization tests in humans and animals and can cause exacerbation of allergic responses and asthma-like symptoms. However, diesel engine exhaust itself is not an allergen. Therefore, a notation for sensitization is not recommended.

3.6. Skin notation

Due to the composition and the nature of the critical effect of DEEE and also new-technology diesel engine exhaust, a substantial dermal absorption is not anticipated. Therefore, a skin notation is not recommended.

3.7. Biological Monitoring

From the available data it is not possible to recommend a biological limit value nor biological guidance value for diesel exhausts. There is thus no BLV or BGV recommended for DEEE.

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

Table 1: Euro 2 and Euro 3 Emission standards for diesel vehicles¹ in the EU**PASSENGER CARS AND LIGHT COMMERCIAL VEHICLES**

Tier	Date	CO	THC	NMHC	NOx	HC+NOx	PM	$\frac{P}{\#/\text{km}}$
<u>European emission standards for passenger cars (Category M^{**}), g/km</u>								
Euro 2	January 1996	1	-	-	-	0.7	0.08	-
Euro 3	January 2000	0.64	-	-	0.5	0.56	0.05	-
<u>European emission standards for light commercial vehicles ≤1305 kg (Category N1-I), g/km</u>								
Euro 2	January 1998	1	-	-	-	0.7	0.08	-
Euro 3	January 2000	0.64	-	-	0.5	0.56	0.05	-
<u>European emission standards for light commercial vehicles 1305–1760 kg (Category N1-II), g/km</u>								
Euro 2	January 1998	1.25	-	-	-	1	0.12	-
Euro 3	January 2001	0.8	-	-	0.65	0.72	0.07	-
<u>European emission standards for light commercial vehicles >1760 kg max 3500 kg. (Category N1-III & N2), g/km</u>								
Euro 2	January 1998	1.5	-	-	-	1.2	0.17	-
Euro 3	January 2001	0.95	-	-	0.78	0.86	0.1	-

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

TRUCKS AND BUSES

Standard	Date		CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PM (g/kWh)	Smoke
EU Emission Standards for HD Diesel Engines, g/kWh (smoke in m⁻¹)							
Euro II	October 1996	ECE R-49	4	1.1	7	0.25	
Euro II	October 1998	ECE R-49	4	1.1	7	0.15	
<i>Euro III</i>	<i>October 1999 EEVs only</i>	<i>ESC & ELR</i>	<i>1</i>	<i>0.25</i>	<i>2</i>	<i>0.02</i>	<i>0.15 Non-binding</i>
Euro III	October 2000	ESC & ELR	2.1	0.66	5	0.1	0.8
						0.13 *	

* for engines of less than 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3,000 per minute. EEV is "Enhanced environmentally friendly vehicle".

Euro norm emissions for category N3, EDC, (2000 and up)

Euro II	1995-1999	4	1.1	7	0.15
Euro III	1999-2005	2.1	0.66	5	0.1

Euro norm emissions for (older) ECE R49 cycle

Euro II	1995-99	4	1.1	7	0.15
---------	---------	---	-----	---	------

¹ the table covers the categories of diesel vehicles that are explicitly specified. Other diesel engines, e.g. generators, train locomotives, if not following into one of the categories mentioned above, may reasonably be assumed to generate exhaust emissions comparable to Euro 2 / Euro II, unless otherwise proven or specified.

The applicable EU Directives are:

Euro 2 (1996):

For passenger cars: Directives 94/12/EC¹ and 96/69/EC²

For motorcycles: Directives 2002/51/EC³ (row A) and 2006/120/EC⁴

Euro 3 (2000):

For any vehicle: Directive 98/69/EC⁵

For motorcycle: Directives 2002/51/EC⁶ (row B) and 2006/120/EC⁷

¹ OJ L 100, 19.4.94, p.42-52

² OJ L 282, 1.11.1996, p. 64-67

³ OJ L 252, 20.9.2002, p. 20-32

⁴ OJ L 330, 28.11.2006, p. 16-17

⁵ OJ L 350, 28.12.1998, p. 1-57

⁶ OJ L 252, 20.9.2002, , p. 20-32

⁷ OJ L 330, 28.11.2006, p. 16-17

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

Table 2: Typical composition of "Traditional DEEE" and "New Technology DEEE"

Constituents	"Traditional DEEE"	"New Technology DEEE"
PM*		
Elemental Carbon	75%	13%
Organic Carbon	19%	30%
Sulfates	1%	53%
Metals	2%	4%
Other	3%	
Gaseous constituents	6.8 g NOx/kg Fuel **	5.7 g NOx/kg Fuel***
	20.2 g HC/sec (Idle****)	7.6 g HC/sec (Idle****)
	1.2 g HC/mile (cruise****)	0.4 HC/mile (cruise****)

* Typical composition of diesel exhaust particles emitted by a 1990–2000 diesel engine ("Traditional DEEE"), and a post-2006 diesel engine ("New Technology DEEE") according to NEG/DECOS, 2016

** 1990 technology; Brian C. McDonald, 2012

*** 2010 technology; Brian C. McDonald, 2012

**** Clark et al. 2006

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

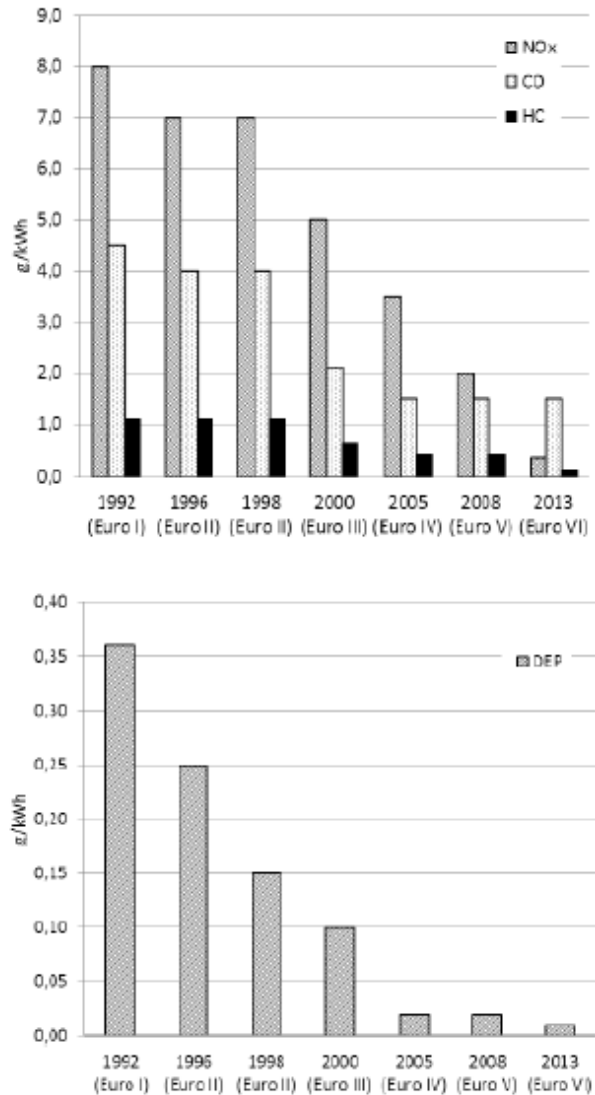


Figure 1: Development of emission standards for heavy-duty diesel engines in the EU. Euro I–VI refers to the European emission standards for heavy-duty diesel engines. NOX: nitrogen oxides, CO: carbon monoxide, DEP: diesel exhaust particles, HC: total hydrocarbons. Redrawn by NEG (2016) from the data presented in [Ecopoint. DieselNet. 2013 [cited 2013; Available from: <https://www.dieselnet.com/>].

4. REFERENCES

- Attfield, MD, Schleiff, PL, Lubin JH, Blair A, Stewart PA, Vermeulen R, Coble JB, Silverman DT (2012) The diesel exhaust in minors study: a cohort mortality study with emphasis on lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 104: 1-15
- Bofetta P (2012) Re: The diesel exhaust in minors study: a cohort mortality study with emphasis on lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 104: 1842-1843
- Bolt HM, Huici-Montagud A (2008) Strategy of the scientiWc committee on occupational exposure limits (SCOEL) in the derivation of occupational exposure limits for carcinogens and mutagens. *Arch Toxicol* 82: 61-64
- Clark, N., Gautam, M., Wayne, W., Thompson, G. et al. (2006) Regulated Emissions from Heavy Heavy-Duty Diesel Trucks Operating in the South Coast Air Basin. SAE Technical Paper 2006-01-3395, 2006, doi:10.4271/2006-01-3395.
- Davis ME, Hart JE, Laden F, Garshick E, Smith TJ. (2011) A retrospective assessment of occupational exposure to elemental carbon in the U.S. trucking industry. *Environ Health Perspect* 119: 997–1002
- DieselNet (2014) Emission standards, engine and emission technology. <https://www.dieselnet.com> (last search 17.04.2014)
- European Union (2012) EU transport in figures. Statistical pocket book 2012. Luxembourg: Publications of the European Union, 2012. ISBN 978-92-79-21694-7 <http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2012/pocketbook2012.pdf> (last search 17.04.2014)
- Garshick E, Laden F, Hart JE, Smith TJ, Rosner B (2006). Smoking imputation and lung cancer in railroad workers exposed to diesel exhaust. *Am J Ind Med* 49: 709–718
- Garshick E, Laden F, Hart JE, Rosner B, Davis ME, Eisen EA, Smith TJ (2008). Lung cancer and vehicle exhaust in trucking industry workers. *Environ Health Perspect* 116: 1327–1332
- Garshick E, Laden F, Hart JE, Davis ME, Eisen EA, Smith TJ (2012) Lung cancer and elemental carbon exposure in trucking industry workers. *Environ Health Perspect* 120: 1301-1306

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

- Greim H (ed) (2008) Dieselmotor-Emissionen, Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe – Toxikologisch arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten, 45. Lieferung, Wiley-VCH, Weinheim
- Hallberg LM, Parks J, Hernandez C, Ward JB, Ameredes BT, Norton C, Zaas S, and Wickliffe JK (2014) genotoxicity of diesel exhaust from 2007-compliant diesel engines: final results of the 12- and 24-month exposures of rats from the aces study. Health Effects Institute 2014 Annual Conference May 4-6, 2014, Alexandria, VA, USA
<http://www.healtheffects.org/Pubs/AnnualConferenceBook2014.pdf>
- Hartwig A (ed) (2012) Allgemeiner Staubgrenzwert (A-Fraktion) (Granuläre biobeständige Stäube (GBS)). Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten, 53. Lieferung. Wiley-VCH, Weinheim
- Heinrich U, Muhle H, Takenaka S, Ernst H, Fuhst R, Mohr U, Pott F, Stöber W (1986). Chronic effects on the respiratory tract of hamsters, mice and rats after long-term inhalation of high concentrations of filtered and unfiltered diesel engine emissions. *J Appl Toxicol*, 6: 383–395.
- Heinrich U, Fuhst R, Rittinghausen S, Creutzenberg O, Bellmann B, Koch W, Levsen K (1995) Chronic inhalation exposure of Wistar rats and 2 different strains of mice to diesel-engine exhaust, carbon black, and titanium dioxide. *Inhal Toxicol* 7: 533–556
- Henderson RF, Pickrell JA, Jones RK (1988) Response of rodents to inhaled diluted diesel exhaust: biochemical and cytological changes in bronchoalveolar fluid and in lung tissue. *Fundam Appl Toxicol* 11: 456-567
- Henschler (ed) (1987) Dieselmotor-Emissionen, Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe – Toxikologisch arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten, 14. Lieferung, VCH, Weinheim
- Hesterberg TW, Long CM, Bunn WB, Lapin CA, McClellan RO, Valberg PA (2012). Health effects research and regulation of diesel exhaust: an historical overview focused on lung cancer risk. *Inhal Toxicol* 24: Suppl 11–45
- IARC, International Agency for the Research on Cancer (1989) Diesel and Gasoline Engine Exhausts. In: Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

- Nitroarenes. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 46. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 41-185.
- IARC (2010) Carbon black, titanium dioxide, and talc. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 93. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 1-452
- IARC (2013) Diesel and gasoline engine exhausts. In: Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 105. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 39-486
- IARC (2014) Diesel and gasoline engine exhausts. In: Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 105. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 39-486
[.https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol105/mono105.pdf](https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol105/mono105.pdf) Accessed 2016.06.01
- IARC, International Agency for the Research on Cancer (1989) Diesel and Gasoline Engine Exhausts. In: Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 46. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 41-185.
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol46/mono46.pdf> Accessed 2016.06.01
- IFA, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (2013) GESTIS - International limit values for chemical agents, DGUV, IFA, Sankt Augustin, Germany
<http://www.dguv.de/ifa/Gefahrstoffdatenbanken/GESTIS-Internationale-Grenzwerte-für-chemische-Substanzen-limit-values-for-chemical-agents/index-2.jsp>
- IFA, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (2014) GESTIS – Analytical methods, DGUV, IFA, Sankt Augustin, Germany
<http://amcaw.ifa.dguv.de/substance/methoden/122-L-Diesel.pdf>

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

- Ishihara Y, Kagawa J (2003) Chronic diesel exhaust exposures of rats demonstrate concentration and time-dependent effects on pulmonary inflammation. *Inhalat Toxicol* 15: 473-492
- Ishinishi N, Kuwabara N, Nagase S, Suzuki T, Ishiwata S Kohno T (1986) Long-term inhalation studies on effects of exhaust from heavy and light duty diesel engines on F344 rats. In: *Carcinogenic and Mutagenic Effects of Diesel Engine Exhaust*. Ishinishi N, Koizumi A, McClellan R, Stöber W (eds). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier, 329-348
- Ishinishi N, Kuwabara N, Takaki Y, Nagase S, Suzuki T, Nakajima T, Maejima K, Kato A, Nakamura M (1988). Long-term inhalation experiments on diesel exhaust. In: *Diesel exhaust and health risks. Final Report of HERP studies*. Ishihara T (ed). Health Effects Research Program. Tsukuba, Japan, 15-84
- Khalek IA, Bougher TL, Merritt PM, Zielinska B (2011). Regulated and unregulated emissions from highway heavy-duty diesel engines complying with U.S. Environmental Protection Agency 2007 emissions standards. *J Air Waste Manag Assoc* 61: 4427-442
- Laden F, Hart JE, Smith TJ et al. (2007) Cause-specific mortality in the unionized U.S. trucking industry. *Environ Health Perspect* 115: 1192-1196
- Möhner M, Kersten N, Gellissen J (2012) Re: The diesel exhaust in minors study: a cohort mortality study with emphasis on lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 104: 1846-1847
- Möhner M, Kersten N, Gellissen J (2013) Diesel motor exhaust and lung cancer mortality: reanalysis of a cohort study in potash miners. *Eur J Epidemiol* 28:159-168
- NEG/DECOS (2016) 149. Diesel engine exhaust. Taxell P, Santonen T, The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals and the Dutch Expert Committee on Occupational Safety. Volume 49(6)
- NTP, National Toxicology Program (2011) 12th Report on Carcinogens, June 10, 2011, p. 153-156. U.S. Department of Health and Human Services, NC, USA. <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/twelfth/roc12.pdf>.
- Olsson AC, Gustavsson P, Kromhout H, Peters S, Vermeulen R, Brüske I, Pesch B, Siemiatycki J, Pintos J, Brüning T, Cassidy A, Wichmann H-E, Consonni D, Landi

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust Emissions

- MT, Caporaso N, Plato N, Merletti F, Mirabelli D, Richiardi L, Jöckel K-H, Ahrens W, Pohlabein H, Lissowska J et al. (2011) exposure to diesel motor exhaust and lung cancer risk in a pooled analysis from case-control studies in Europe and Canada. *Am J Respir Crit Care Med* 183: 941–948
- Pallapies D, Taeger D, Bochmann F, Morfeld P (2013) Comment: Carcinogenicity of diesel-engine exhaust (DE) (2012) *Arch Toxicol* 87, 547-549
- Parent ME, Rousseau MC, Boffetta P, Cohen A, Siemiatycki J (2007) Exposure to diesel and gasoline engine emissions and the risk of lung cancer. *Am J Epidemiol* 165: 53-62
- Pintos J, Parent ME, Richardson L, Siemiatycki J (2012) Occupational exposure to diesel engine emissions and risk of lung cancer: evidence from two case-control studies in Montreal, Canada. *Occup Environ Med* 69: 787-792
- Silverman DT, Samanic CM, Lubin JH, Blair AE, Stewart PA, Vermeulen R, Coble JB, Rothman N, Schleiff PL, Travis WD, Ziegler RG, Wacholder S, Attfield MD: The diesel exhaust in miners study: a nested case-control study of lung cancer and diesel exhaust. *J Natl Cancer Inst* 104: 1-14
- Steenland K, Deddens J, Stayner L (1998) Diesel exhaust and lung cancer in the trucking industry: exposure-response analyses and risk assessment. *Am J Ind Med* 34: 220–228.
- Stenfors N, Nordenhäll C, Salvi SS, Mudway I, Söderberg M, Blomberg A, Helleday R, Levin JO, Holgate ST, Kelly FJ, Frew AJ, Sandström T (2004). Different airway inflammatory responses in asthmatic and healthy humans exposed to diesel. *Eur Respir J* 23: 82–86
- Sun Y, Bochmann F, Nold A, Mattenklott M (2014) Diesel exhaust exposure and the risk of lung cancer – a review of the epidemiological evidence. *Int J Environ Res Public Health* 11: 1312-1340
- US-EPA (US Environmental Protection Agency) (2002) Health Assessment Document for Diesel Engine Exhaust. EPA/600/8-90/057F. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA
<http://www.epa.gov/ncea>
- US-EPA (2003) IRIS, Integrated Risk Information System. Diesel engine exhaust. Last revised 02/28/2003. Washington, DC, USA
<http://www.epa.gov/iris/subst/0642.htm>

SCOEL/OPIN/403 Diesel Engine Exhaust

Vermeulen R, Silverman DT, Garshick E, Vlaanderen J, Portengen L, Steenland K (2014) Exposure-response estimates for diesel engine exhaust and lung cancer mortality based on data from three occupational cohorts.

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306880>

WHO (1996) Diesel Fuel and Exhaust Emissions. Environmental Health Criteria 171, International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva, Switzerland

HOW TO OBTAIN EU PUBLICATIONS

Free publications:

- one copy:
via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- more than one copy or posters/maps:
from the European Union's representations (http://ec.europa.eu/represent_en.htm);
from the delegations in non-EU countries (http://eeas.europa.eu/delegations/index_en.htm);
by contacting the Europe Direct service (http://europa.eu/europedirect/index_en.htm) or calling 00 800 6 7 8 9 10 11 (freephone number from anywhere in the EU) (*).

(*) The information given is free, as are most calls (though some operators, phone boxes or hotels may charge you).

Priced publications:

- via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Priced subscriptions:

- via one of the sales agents of the Publications Office of the European Union (http://publications.europa.eu/others/agents/index_en.htm).



Publications Office

doi: 10.2767/299599

ISBN: 978-92-79-65251-6

www.arbeidstilsynet.no