

Prosjektrapport

En kartlegging av eksponering og helse hos elektrikere utsatt for dieseleksos under arbeid i tunnel



Foto: STAMI

Prosjektdeltakere:

Thomas Clemm, Dag G. Ellingsen, Stine Eriksen Hammer, Nils Petter Skaugset og Bente
Ulvestad

Innholdsfortegnelse

FORORD.....	2
SAMMENDRAG	3
INNLEDNING.....	4
PRØVETAKING.....	5
KONKLUSJON AV PROSJEKTET.....	8
ANBEFALINGER	9
REFERANSER.....	10

Forord

I 2019 utførte Mesta en kartlegging av eksponering for borestøv og dieseleksos i en tunnel under to arbeidsskift (4 deltakere per skift). Resultatene viste at noen av arbeidstakerne ble eksponert for dieseleksos med en konsentrasjon nærmere 2/3 av den kommende grenseverdien for elementært karbon (0,05 mg/m³ fra februar 2023, med virkning for tunnelarbeid fra 2026). På bakgrunn av resultatene fra Mesta-prosjektet og for å øke kunnskapen om dieseleksoseksponeringen i denne bransjen ble et nytt prosjektet startet av STAMI i samarbeid med Mesta BHT.

Økt kunnskap er viktig i forbindelse med ny grenseverdi for dieseleksos målt som elementært karbon og for vurdering om grenseverdien på 0,05 mg/m³ er tilstrekkelig. Rapporten tar for seg eksponeringen under elektrikerarbeid i sju ulike tunneler i Norge. I tillegg er det utført helseundersøkelser av 129 elektrikere, hvorav 63 arbeidet i tunnel og 66 i referansegruppen som ikke utførte arbeid i tunnel. Prosjektet ble gjennomført i perioden 2019 til 2022. Prøvetakingsperioden ble lengre enn planlagt på grunn av covid-19 pandemien, da prøvetaking ble utsatt og det var knyttet usikkerhet til når prøvetaking kunne gjennomføres.

Vi vil takke Mesta AS, Mesta BHT og alle deltakerne i undersøkelsen for samarbeidet.

I tillegg vil vi takke BNL og IA-bransjeprogrammet for økonomisk bidrag og diskusjoner underveis i prosjektperioden.

Stine Eriksen Hammer/Nils Petter Skaugset

Prosjektleder

Oslo, januar 2024

Sammendrag

Eksponeringsmålinger utført av Mesta BHT i 2019 viste at elektrikere som arbeidet i tunnel ble eksponert for dieseleksos og α -kvars-støv. Dieseleksos i tunneler kommer fra ulike kilder som for eksempel dieseldrevne aggregat, arbeidsverktøy (dieseldrevne biler og anleggsmaskiner) og ordinær trafikk (oftest som kolonnekjøring). Omfanget av dieseleksoseksponeringen og mulige helsekonsekvenser for elektrikere i tunnel er derfor videre undersøkt av STAMI i samarbeid med Mesta BHT.

Prosjektet inkluderer 63 elektrikere som arbeidet i tunnel (eksponert gruppe) og en referansegruppe på 66 personer som ikke arbeidet i tunnel (referansegruppe). Typiske arbeidsoppgaver blant den eksponerte gruppen var riving, kabeltrekking, tavlearbeid, montering, støvblåsing og kjøring. Arbeid ved syv ulike tunneler i Norge ble undersøkt, noen arbeidsskift ble utført om natten og to av tunnelene hadde kolonnekjøring under arbeidsskiftene. Hver deltaker i den eksponerte gruppen bar en sekk med personlige prøvetakere for dieseleksos (bestemmelse av elementært karbon og NO_2), og for respirabelt støv (bestemmelse av respirabel masse og α -kvars).

Resultatene viser at de fleste arbeidstakerne er eksponert for dieseleksos og respirabel α -kvars lavere enn grenseverdiene på $0,05 \text{ mg/m}^3$, men 7 % av målingene var høyere enn dette. Vi fant ingen klare sammenhenger mellom eksponering for dieseleksos og de målte biomarkørene i denne gruppen av dieseleksoseksponerte.

Siden målingene viser at elektrikere ved denne typen arbeid kan ved utføring av enkelte arbeidsoppgaver kan ha eksponering over gjeldende grenseverdi for dieseleksos og α -kvars (begge klassifisert som kreftfremkallende) anbefales det å redusere eksponeringen for disse, samt at effekten av kolonnekjøring på eksponeringsnivåene av dieseleksos studeres videre. Forslag til ulike tiltak for å redusere dieseleksoseksponering er å endre arbeidsmåter, elektrifisere arbeidsutstyr, benytte portable vifter i situasjoner der ventilasjonsanlegget er redusert og å optimalisere kolonnekjøring. Uten eksponeringsreduserende tiltak bør egnet åndedrettsvern brukes i situasjoner hvor risikovurderingen tilsier at eksponeringen kan være høy.

Innledning

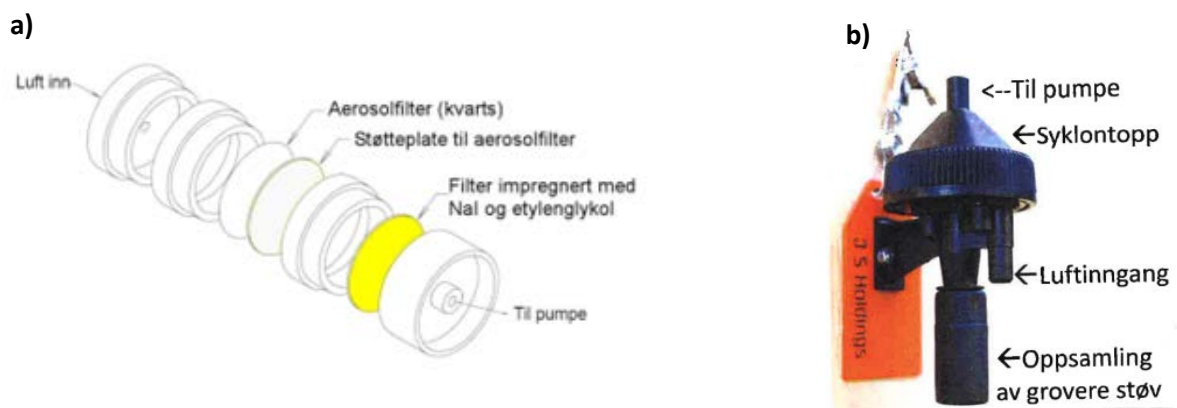
I Norge blir mange arbeidstakere utsatt for dieseleksos i sitt arbeid, som f.eks. i bygg og anleggsbransjen, transportbransjen og bergverksindustrien. Studier har vist negative helseeffekter knyttet til dieseleksoseksponering og eksperimentelle studier har vist forandringer i blodet forenlig med økt risiko for å få hjerte- og karsykdom (IARC, 2013). En studie av dieseleksponeering fra ulike industrier i Norge viser at ansatte som jobber i tunneler er høyere eksponert for dieseleksos enn andre (Berlinger et al. 2019). Det kan være flere grunner til dette, for eksempel at aggregater som brukes for å gi elektrisitet under arbeid i stor grad drives av diesel. Dessuten er bruk av dieseldrevne anleggsmaskiner vanlig. Trafikk gjennom tunnel samtidig med at arbeidet utføres (kolonnekjøring) kan også bidra til dieseleksos. Hvis i tillegg ventilasjonen reduseres eller slås av under arbeidet, kan mindre luftgjennomstrømning føre til høyere forurensningsnivå i arbeidsluften.

Hovedmålene med dette prosjektet er å kartlegge eksponering for dieseleksos og støv, samt undersøke potensielle effektmarkører for eksponeringen i blodet. Effektmarkører kan indikere en påvirkning på lunge og blodårer og en eventuell risiko for utvikling av lunge- eller hjerte-kar sykdommer. Eksponering for dieseleksos kvantifiseres ved å bestemme markørene for dieseleksospartikler og gass, hhv. elementært karbon (EC) og nitrogendioksid (NO₂). I tillegg er massen av respirabelt støv bestemt. Respirabelt støv kan potensielt nå ned i lungeblærene. Yrkeseksponeringen av respirabelt α -kvarts er derfor undersøkt fordi dette kan forekomme ved f.eks. boring, kolonnekjøring eller rivning av komponenter i tunnelveggen.

I februar 2023 trådte en ny grenseverdi for dieseleksos målt som elementært karbon i kraft, med virkning fra 2026 for arbeid i tunnel. Resultatene fra dette prosjektet viser i hvilken grad de arbeidstakerne som bar prøvetakere blir eksponert for elementært karbon. Biomarkører i blod er analysert for å undersøke om eksponering kan gi effekter som kan være assosiert med økt forekomst av blodpropp. Slike forandringer kan ha konsekvenser for utvikling av sykdom og arbeidsførlighet på lang sikt.

Prøvetaking

Eksponeeringskartleggingen ble utført i syv tunneler spredt over hele landet, og dekker til sammen 13 arbeidsskift, hvor av fem skift var på dagtid og åtte var om natten. De eksponerte (n=63) bar prøvetakingsutstyr bestående av to pumper med tilhørende prøvetakere (figur 1) festet i pustesonen gjennom hele skiftet. I den ene prøvetakeren ble det samlet opp partikulært materialet på et aerosolfilter for bestemmelse av eksponeringen for elementært karbon samt et impregnert filter for bestemmelse av NO₂ (figur 1a). Den andre prøvetakeren, en respirabel syklon ble brukt til å samle opp partikler for bestemmelse av eksponeringen for respirabelt støv og respirabel α -kvarts (figur 1b).



Figur 1: Prøvetakere, a) Millipore prøvetaker med impregnert filter for NO₂ og kvartsfilter for partikulært materiale. b) J.S. Holding respirabel syklon

Arbeidsoperasjonene som ble utført i tunnelene er vist i tabell 1.

Tabell 1: Arbeidsoppgaver utført under prøvetaking i de forskjellige tunnelene

Tunnel nr.	Arbeidsoperasjon
1	Rivning, kabeltrekking og tavlearbeid
2	Kabeltrekking, tavle-, monteringsarbeid og støvblåsing ved aggregat.
3	Kabeltrekking
4	Kabeltrekking, montering og konstruksjonsarbeid, og kjøring
5	Montering- og konstruksjonsarbeid, og kjøring
6	Kabeltrekking, monteringsarbeid, og kjøring
7	Monteringsarbeid

Rett etter arbeidsskiftet gjennomgikk alle deltakerne en helseundersøkelse med spørreskjema, lungefunksjonsmålinger og blodprøver i regi av Mesta BHT. Blodprøvene ble analysert på Rikshospitalet i Oslo.

Resultat og diskusjon

Et sammendrag av eksponeringen for elektrikere som arbeidet i tunnelene er vist i tabell 2. Konsentrasjonene er beregnet som 8-timers gjennomsnitt for direkte sammenlikning mot gjeldende grenseverdi.

Tabell 2: Åtte-timers gjennomsnitt for 59* elektrikere som arbeidet i tunnelene

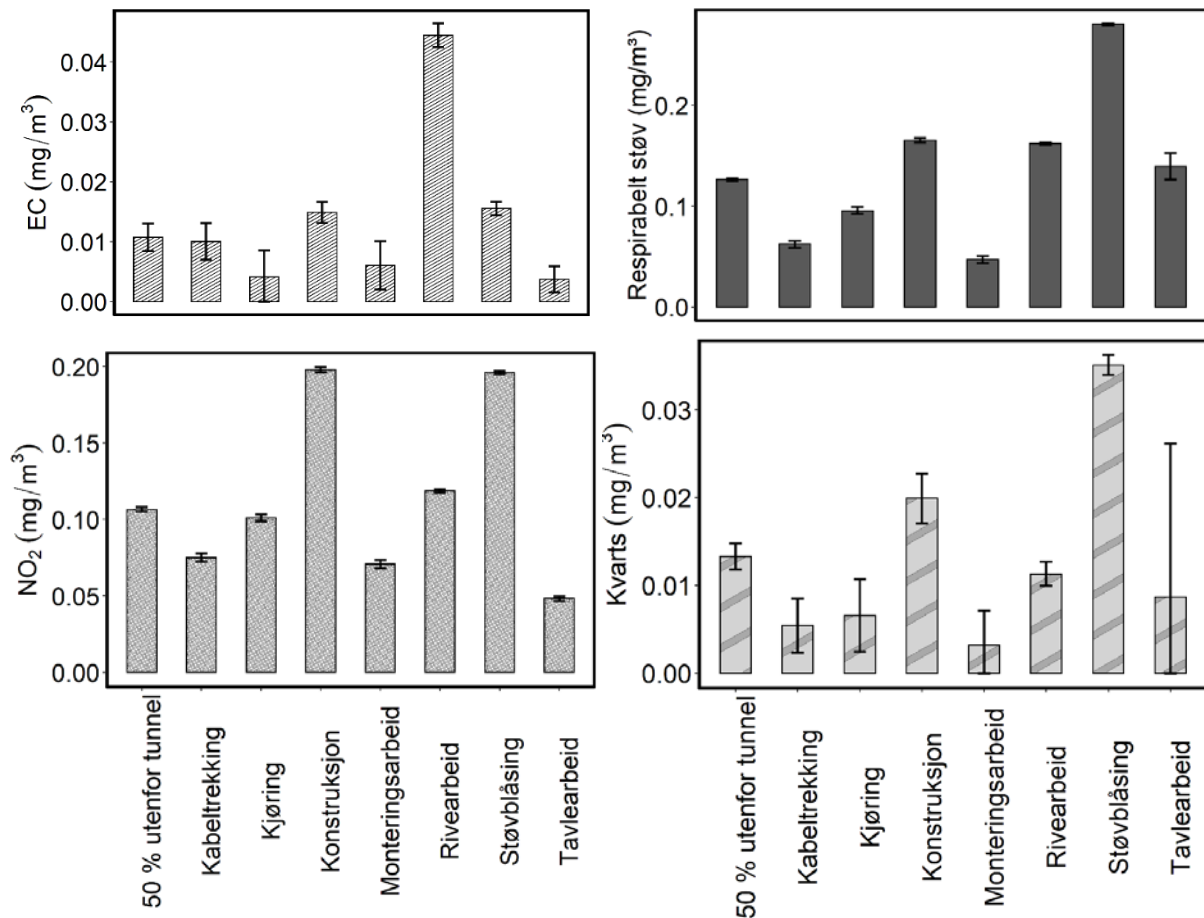
	Prøvetakings tid (min)	EC ^a (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	Respirabelt støv ^b (mg/m ³)	Respirabelt α- kvarts ^b (mg/m ³)
Geometrisk gjennomsnitt (GM)	570	0,009	0,09	0,08	0,007
Median	600	0,012	0,1	0,12	0,008
[min - maks]	[404 - 732]	[0,0007- 0,11]	[0,01 - 0,4]	[<0,01 - 1,7]	[<0,001 – 0,2]
Grenseverdi		0,05	0,96	5	0,05

^a n=58 og ^b n=56, *Ufullstendig prøvetaking for 4 deltakere

Tabellen viser at eksponeringen for elementært karbon i den eksponerte gruppen er lavere enn tidligere rapportert for arbeidere som jobber med ferdigstilling av tunnel (GM 37,8 µg/m³, n=45) (Berlinger et al. 2019). Nivåene av NO₂ er mer sammenliknbare med studien av Berlinger og medarbeidere. Noen enkeltmålinger av elementært karbon og respirabelt α-kvarts har luftkonsentrasjon over de gjeldene grenseverdiene, hhv. 7 % for begge eksponeringene.

Konsentrasjonen av de undersøkte eksponeringene i arbeidsluften er avhengig av hvilken arbeidsoperasjon som er utført (figur 2). For elementært karbon er det arbeidsoperasjonene som innebærer mye kjøring samt tavlemontering som gir lavest målte konsentrasjoner i pustesonen. Det er målt signifikant høyere konsentrasjon av elementært karbon ved rivearbeid enn de andre arbeidsoperasjonene. Dette kan tyde på at utstyret som ble brukt ved dette arbeidet genererte mer dieseleksos. Støvblåsing resulterte i de høyeste målte nivåene av respirabelt støv og respirabelt α-kvarts. Dette er forventet, da de andre arbeidsoperasjonene er antatt å generere mye mindre steinstøv. Det er en sikker

sammenheng mellom mengden respirabelt støv og mengden respirabelt α -kvarts. Det er det derimot ikke mellom elementært karbon (EC) og NO_2 .



Figur 2: Geometrisk gjennomsnitt og standardavvik fordelt på de ulike arbeidsoperasjonene

Det ble ikke funnet en sikker forskjell i EC-konsentrasjoner mellom tunneler med kolonnekjøring, og tunneler som var stengt for veitrafikk. Deseleksos fra kolonnekjøring er avhengig av mange faktorer, for eksempel antallet dieseler og utformingen av tunnel som påvirker kjøremåte og derfor også motorpådraget. I tunnelene hvor det ikke var kolonnekjøring var det dieseldrevne biler og arbeidsmaskiner (gravemaskin, lift og liknende) som var i bruk i lengre perioder av skiftet i tillegg til dieseldrevne aggregat.

Informasjonen om deltakerne i undersøkelsen er vist i Tabell 3. Oppsummert er referansegruppen noe eldre enn elektrikerne som arbeidet i tunnel. Det er flere deltakere som jobber om natten blant elektrikerne i tunnel enn referansegruppen. Det er generelt få røykere

i begge gruppene. En fjerdedel av elektrikerne rapporterer om at de bruker åndedrettsvern ved behov, og noen få i referansegruppen rapporterer det samme.

Tabell 3: Informasjon om de deltagende gruppene i undersøkelsen

	Eksponeerte (n=63)	Referansegruppe(n=66)
Alder (Gjennomsnitt*, min-maks)	30 (17-61)	37 (18-62)
Nattarbeid (%)	57	14
Daglig røyker (%)	8	6
Bruk av åndedrettsvern ved behov (%)	25	8

* Aritmetisk gjennomsnitt

Blodprøvene som ble tatt av personene som ble undersøkt ble sendt til Rikshospitalet for spesialanalyser av biomarkører. Dette er forskjellige proteiner (eggehvite-stoffer) som har viktige funksjoner i kroppen. De kan også gi indikasjoner på eventuelle begynnende skader i kroppen ved eksponering for forskjellige typer forurensning. I alt ble 20 forskjellige biomarkører analysert. Av disse er fem markører for mulig lungeskade, seks kan ansees som markører for økt risiko for blodpropp, mens de resterende ni kan ansees som markører for generelle betennelsesreaksjoner. Det finnes flere studier av biomarkører hos dieseleksos eksponerte mennesker (Manzetti og Andersen, 2016; Reis et al., 2018). Markørene målt i denne undersøkelsen ble valgt ut fordi de tidligere har vært vist å ha en sammenheng med eksponering for dieseleksos. Vi fant ingen klare sammenhenger mellom eksponering for dieseleksos og de målte biomarkørene i denne gruppen av eksponerte.

Konklusjon av prosjektet

Dette prosjektet har vist at elektrikere som arbeider med rehabilitering og reparasjon i tunnel er, i de fleste tilfeller (93 %), eksponert for dieseleksos under den gjeldende grenseverdien for elementært karbon på 0,05 mg/m³. Rivearbeid resulterte i den høyeste eksponeringen for dieseleksos, mens støvblåsing resulterte i de høyeste nivåene for α -kvarts.

Det er fra tidligere kjent at eksponering for dieseleksos kan gi negative helseeffekter på lang sikt, slik som lungeinflammasjon og lungekreft. Siden eksponering for dieseleksos er klassifisert som kreftfremkallende, vil det være ønskelig med en reduksjon av dieseleksoseksponeringen.

Anbefalinger

Det er ikke gjort funn i prosjektet som viser at arbeiderene har en direkte negativ helseeffekt av eksponeringen. Med bakgrunn i at både dieseleksos og α -kvars er klassifisert som kreftfremkallene vil det likevel anbefales å sette inn tiltak for å redusere eksponeringen, primært ved de situasjonene som har vist høyest eksponering for hhv dieseleksos ved rivearbeid og α -kvars ved støvblåsing . Eksempler på slike tiltak kan være å bevisst skru av kildene til dieseleksos når de ikke behøves, elektrifisere arbeidsutstyr hvis mulig og benytte portable ventilasjonsvifter i tilfeller der ordinær ventilasjon er koplet fra.

Dersom eksponeringsreducerende tiltak av ulike grunner ikke kan gjennomføres bør bruk av vernemasker vurderes.

Det anbefales at betydningen av pågående kolonnekjøring i tunnel for dieseleksoseksponeringen undersøkes nærmere. Dette var ikke en del av målene i dette prosjektet og datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å kunne konkludere på dette.

Referanser

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358>

IARC, IARC Monographs No. 105 (Diesel and gasoline exhausts and some nitroarenes), 2013
<https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono105.pdf>

Berlinger B, Ellingsen DG, Romanova N, Friisk G, Daae HL, Weinbruch S, Skaugset NP, Thomassen Y. Elemental carbon and nitrogen dioxide as markers of exposure to diesel exhaust in selected Norwegian industries. *Ann Work Expo Health*, 2019, 63(3):349–358. DOI:10.1093/annweh/wxy112.

Manzetti S, Andersen O. Biochemical and physiological effects from exhaust emissions. A review of the relevant literature. *Pathophysiology*, 2016;23(4):285-293.

Reis H, Reis C, Sharip A, Reis W, Zhao Y, Sinclair R, et al. Diesel exhaust exposure, its multi-system effects, and the effect of new technology diesel exhaust. *Environ Int*, 2018; 114:252-265.