

## Styring av risiko for dieseleksoseksponering

---

### SfS Anbefaling 049N/2022



**SfS**  
Samarbeid for Sikkerhet

Utarbeidet av SfS Arbeidsgruppe: <b>Januar 2022</b>	Revisjon: <b>Rev 00</b>	SfS Prosjekt leder: <i>Hugo Halvorsen</i> Hugo Halvorsen (signatur on file)
Gjelder fra dato: <b>1 April 2022</b>		Godkjent av Styret i SfS v/leder: <i>Hedyeh Malkamy</i> Hedyeh Malkamy (sign. on file)

## Innhold

<b>1. Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Formål</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Målgruppe</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Diseleksos</b> .....	<b>3</b>
4.1 Diseleksos .....	3
4.2 Helseeffekter.....	4
4.3 Regelverk .....	5
4.4 Overvåking og kartlegging.....	5
4.5 Personlig verneutstyr .....	5
<b>5. Planlegging av aktiviteter</b> .....	<b>6</b>
5.1 Midlertidig utstyr.....	6
5.2 Aktiviteter i områder med risiko .....	6
5.3 Båtanløp og rigginntak.....	7
<b>6. Etablering av interne prosedyrer</b> .....	<b>7</b>
<b>7. Kunnskapshull</b> .....	<b>8</b>
7.1 Gasturbiner.....	8
7.2 Direktevisende måleutstyr for elementært karbon.....	8
<b>8. Forkortelser</b> .....	<b>8</b>
<b>9. Referanser og lenker</b> .....	<b>9</b>
<b>Vedlegg 1 Grenseverdier pr 1.1.2022</b> .....	<b>10</b>
<b>Vedlegg 2 Kilder til eksos - Oversikt over maskiner og effekt</b> .....	<b>11</b>
<b>Vedlegg 3 Tekniske løsninger som påvirker diseleksos</b> .....	<b>12</b>
<b>Vedlegg 4 Design og modifikasjon av innretninger</b> .....	<b>15</b>

## 1. Innledning

Eksos fra dieseldrevet utstyr er en arbeidsmiljøutfordring som berører alle segmenter av petroleumsindustrien, både til lands og til havs. Samtidig er det varierende bevissthet og forståelse rundt risiko knyttet til eksponering for diseleksos blant ulike aktører i industrien, og det er i varierende grad etablert hensiktsmessige systemer for å identifisere og kontrollere eksponeringsrisiko.

Eksos fra gassturbiner eller andre forbrenningskilder kan i likhet med dieselmotorer gi uønsket eksponering, men dette er ikke dekket av denne anbefalingen. Det eksisterer kunnskapshull knyttet til denne problemstillingen, bl.a. med tanke på helserisiko ved eksponering, partikkelinnhold og sammensetning av eksosen, noe som bør følges opp videre av industrien, se kapittel 7.

## 2. Formål

Formålet med denne anbefalingen er å bidra til å øke bevisstheten og kunnskapsnivået i næringen rundt utfordringer knyttet til diseleksos. Videre skal anbefalingen være til hjelp for å kunne identifisere og etablere hensiktsmessige risikoreducerende tiltak, og etablere kontrollregimer for å håndtere risiko knyttet til eksponering for diseleksos. Dette for å sikre at helseskadelig eksponering for diseleksos unngås. Anbefalingen kan anvendes både på landanlegg og til havs.

## 3. Målgruppe

Målgruppen for denne anbefalingen er risikoeiere og andre som berøres av utfordringer knyttet til diseleksos, enten i planlegging eller ved utførelse av arbeid i petroleumsvirksomheten.

Anbefaling gir også informasjon til personell som jobber med design av nye / modifikasjon av eksisterende innretninger og/eller valg/drift av dieseldrevet utstyr (vedlegg 3 og 4.)

## 4. Diseleksos

### 4.1 *Diseleksos*

Diseleksos oppstår ved forbrenning av diesel og er en kompleks blanding av gasser, damp, aerosoler og partikler, inkludert ultrafine partikler, som samlet og hver for seg kan ha helseskadelige effekter. Nivåene av gass og partikler vil kunne opptre uavhengig av hverandre. Lave nivåer av gass vil dermed ikke nødvendigvis indikere tilsvarende lave nivåer av partikler, og omvendt. Ved vurdering og kontroll av risiko må derfor eksponering for både gass og partikler tas i betraktning.

Tabellen nedenfor viser sentrale komponenter i diseleksos:

**Gasser:**

- Karbondioksid (CO<sub>2</sub>)
- Karbonmonoksid (CO)
- Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>)
- Nitrogenmonoksid (NO)
- Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)
- Hydrokarboner (uforbrent)

**Partikler:**

- Elementært karbon (EC)
- Organiske forbindelser (PAH)
- Sporelementer (uorganiske sulfater, nitrater, metaller osv.)

Dieseldrevet utstyr benyttes i en rekke prosesser og aktiviteter i petroleumsvirksomheten, se vedlegg 2 for en oversikt over aktuelle kilder til diseleksos.

## **4.2 Helseeffekter**

Eksponering for diseleksos kan medføre både akutte og kroniske negative helseeffekter.

### **4.2.1 Akutte helseeffekter**

Vanlige akutte helseeffekter inkluderer ubehag ved lukt, irritasjon i luftveiene, astmaliknende symptomer, kjemisk lungebetennelse, irritasjon i øyne, hodepine, svimmelhet, kvalme, trøtthet og forverring av eksisterende allergier.

Av gassene i diseleksos er særlig NO<sub>2</sub> (nitrogendioksid) koblet til nedsatt lungefunksjon (utvikling av lungeødem). Dette kan inntreffe mange timer etter eksponering. Videre kan eksponering til NO<sub>2</sub> gi forverring av astma og bronkitt.

Det er ikke nødvendigvis sammenheng mellom alvorlighetsgraden av akutte helseeffekter og eksponeringsnivå; noen kan oppleve alvorlige helseeffekter selv ved lave nivåer.

### **4.2.2 Kroniske effekter**

Eksponering for diseleksos over lengre tid og ved høye nivåer kan medføre økt risiko for utvikling av luftveissykdommer som astma, KOLS og lungekreft, samt hjerte- og karsykdommer.

Diseleksos er klassifisert som kreftfremkallende for mennesker av det internasjonale kreftforskningsinstituttet IARC. Diseleksosens kreftfremkallende egenskaper er i all hovedsak knyttet til den partikulære fraksjonen (målt som elementært karbon - EC), samtidig som studier har vist at det ikke nødvendigvis er korrelasjon mellom gass- og partikkelfraksjon.

I Norge har STAMI bidratt til økt kunnskap om helseeffekter av eksponering for diseleksos, samt kartlegging av eksponering; se referanse 1-6.

### **4.3 Regelverk**

Det er etablert nasjonale grenseverdier for flere av enkeltkomponentene i diseleksos, ref. vedlegg 1. Grenseverdiene er gitt av Arbeidstilsynets forskrift om tiltaks- og grenseverdier; se referanse 9.

Nasjonal grenseverdi for diseleksos, målt som elementært karbon (EC), er gjeldende for petroleumsvirksomhet fra 21.2.2023. Noen selskap hadde allerede innført denne grenseverdien før denne SfS anbefalingen ble publisert våren 2022.

### **4.4 Overvåking og kartlegging**

Det bør tilstrebes et kontrollregime som tar hensyn til eksponering for både gass og partikler. Dette kan gjøres ved en kombinasjon av eksponeringsmålinger og overvåking på arbeidsplassen med direktevisende utstyr.

Komponenter som nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), nitrogenmonoksid (NO) og karbonmonoksid (CO) benyttes av flere selskaper som indikatorer for gassfasen av eksosforurensning. Studier har imidlertid vist at slike komponenter ikke kan benyttes som kontrollparametre alene. Det må også tas hensyn til den partikulære fasen av diseleksos for å få et helhetlig bilde av eksponeringsrisiko.

Direktevisende måleutstyr kan benyttes for overvåking av gassfasen. Både personbårne målere og områdemålinger kan benyttes. Partikkelfraksjonen av diseleksos består hovedsakelig av elementært karbon (EC), og har i motsetning til gass/dampfasen stabile forbindelser med lang nedbrytningstid. Derfor regnes elementært karbon å være en egnet markør for eksos eksponering. For å bestemme mulig eksponeringsnivå av forbrenningspartikler må det foretas en yrkeshygienisk kartlegging. Direktevisende måleutstyr for forbrenningspartikler er per i dag ikke tilstrekkelig kvalifisert for å kunne benyttes som styringsverktøy i daglig drift. Industrien oppfordres til å utvikle utstyr, eller evt. kvalifisere eksisterende utstyr (f.eks. Droplet Measurement Technologies - Black Carbon Measurements - Particle counter / size distribution), som kan benyttes for direktevisende målinger av elementært karbon og partikkelmålinger.

### **4.5 Personlig verneutstyr**

Bruk av åndedrettsvern med P3-filer vil stoppe de største forbrenningspartiklene i diseleksos, men vil ikke gi tilstrekkelig beskyttelse mot ultrafine partikler og flere av gassene i diseleksosen, som nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), karbonmonoksid (CO) og nitrogenmonoksid (NO). Bruk av filtermaske (halv/hel) og vifteassistert åndedrettsvern gir begrenset beskyttelse mot diseleksos og bør benyttes i minst mulig grad, og da kun for kortvarige oppgaver (under 15 minutter) i nivåer under grenseverdi. Det er kun åndedrettsvern med frisklufttilførsel som gir fullgod beskyttelse for arbeid med eksponering for diseleksos.

## 5. Planlegging av aktiviteter

Aktiviteter som kan innebære risiko for diseleksoseksponering skal planlegges slik at direkte eksponering av utførende personell og/eller indirekte eksponering av randsonepersonell unngås. Vedlegg 2 gir en oversikt over de forskjellige dieselmotorene som en vanligvis brukes i petroleumsvirksomheten.

Forekomst og spredning av diseleksos vil avhenge av en rekke ytre variabler som bl.a. temperatur og vindforhold. Dette må tas hensyn til ved planlegging av aktiviteter.

### 5.1 Midlertidig utstyr

Ved aktiviteter eller arbeid som krever bruk av midlertidig dieseldrevet utstyr bør for eksempel følgende forhold tas i betraktning:

- Muligheter for å velge alternative elektriske løsninger
- Valg av utstyr med lavt utslippsnivå
- Plassering av utstyret i forhold til aktiviteter i området
- Muligheter for å lede diseleksos bort fra innretningen/anlegget (omlegging av diseleksosutløp, bruk av kompressor/ejektorsystem etc.).
- Muligheter for å skifte diseleksosavkast ved endringer i vindforhold (f.eks. ved fleksible løsninger eller to separate avkast i ulike retninger)
- Behov for overvåkning av forurensningsnivå.
- Sikre opplæring og tilstrekkelig tilgang til utstyr for å overvåke forurensningsnivå.
- Sikre opplæring og tilstrekkelig tilgang på egnet verneutstyr.

### 5.2 Aktiviteter i områder med risiko

Ved planlegging av aktiviteter i områder hvor det er risiko for diseleksosforurensning fra permanent utstyr bør følgende forhold tas i betraktning:

- Mulighet for nedstenging av dieseldrevet utstyr, evt. erstatning med midlertidig utstyr som ikke er dieseldrevet.
- Planlegge aktiviteter i perioder der risiko for diseleksoseksponering er lavere enn normalt (f.eks. ved lav belastning på motor eller når motorer/utstyr er helt eller delvis nedstengt)
- Muligheter for å lede diseleksos bort fra innretningen/anlegget (omlegging av diseleksosutløp, bruk av kompressor/ejektorsystem etc.).
- Muligheter for å skifte diseleksosavkast ved endringer i vindforhold (f.eks. ved fleksible løsninger eller to separate avkast i ulike retninger)
- Behov for overvåkning av forurensningsnivå.
- Sikre opplæring og tilstrekkelig tilgang på utstyr for å overvåke forurensningsnivå.
- Sikre opplæring og tilstrekkelig tilgang på egnet verneutstyr.
- Vurdere forkortet arbeidstid for å redusere eksponering for diseleksos.

### 5.3 Båtanløp og rigginntak

Diseleksos fra fartøy (f.eks. supplybåter, kranløftefartøy, syrestimuleringsfartøy etc.) og eksterne borerigger/boligplattformer kan bidra til forurensning om bord på innretningen. Dette må det tas hensyn til i planlegging av båtanløp og rigginntak. I en anbudsfasen bør fartøy med løsninger som gjør at eksosproblematikk unngås prioriteres, f.eks. hybridløsninger eller vanntåkeanlegg.

Ved båtanløp bør følgende forhold tas i betraktning:

- Bruk av elektrisk kraft ved anløp (for fartøy med hybridløsninger)
- Plassering av fartøy slik at diseleksos fra fartøy ledes bort fra innretningen.
- Behov for overvåking av luftkvalitet i luftinntak til boligkvarter og kontormoduler
- Muligheter for bruk av f.eks. vanntåkeanlegg eller andre løsninger for å slå ned diseleksos.

Ved rigginntak hvor ekstern rigg plasseres nær innretningen, må det tas hensyn til at diseleksosforurensning fra innretningen kan nå ekstern rigg og omvendt. Modifisering av eksosavkast kan vurderes for å unngå denne problemstillingen.

## 6. Etablering av interne prosedyrer

Selskapene bør utarbeide skriftlige prosedyrer/retningslinjer som beskriver hvordan eksponering for diseleksos skal unngås. Slike prosedyrer/retningslinjer bør inneholde følgende elementer:

- Risiko knyttet til eksponering for diseleksos (helseisiko, plassering av dieseldrevet utstyr og muligheter for spredning av diseleksos).
- Krav til opplæring med hensyn på risiko, bruk av måleutstyr og nødvendige vernetiltak (tekniske og organisatoriske tiltak samt bruk av personlig verneutstyr).
- Rutiner for overvåking av forurensningsnivåer i arbeidsatmosfæren, inkludert loggføring av måleresultater.
- Tiltaks- og grenseverdier for eksponering/alarmgrenser for direktevisende måleutstyr.
- Rutiner og framgangsmåte ved overskridelse av tiltaks- og grenseverdier, inkludert oppfølging av eksponert personell.
- Tekniske og organisatoriske tiltak for å unngå eksponering.
- Bruk av personlig verneutstyr. Valg av korrekt verneutstyr og begrensninger ved ulike typer åndedrettsvern.
- Rutiner for jevnlig kalibrering av måleutstyr (sensorer og instrument).

## 7. Kunnskapshull

### 7.1 Gassturbiner

Gassturbiner går normalt på brenngass, men kan i perioder med f.eks. prosessutfall eller i revisjonsstanser, drives av diesel. Gassturbiner drevet av brenngass kan også gi uønsket eksos eksponering. Dette er imidlertid ikke dekket av denne anbefalingen. Brenngass produseres på den aktuelle innretningen, og vil dermed ha varierende innhold. Videre eksisterer det flere forskjellige turbintyper (f.eks. lav NOx turbiner), som vil gi ulike utslipp.

Gassturbiner som driver generatorer, er i jevnlig drift, og vil kunne generere store mengder eksos. I motsetning til diseleksos vil imidlertid turbineksos ofte bli sluppet ut høyere oppe, og dermed gi en lavere risiko for eksponering. Turbineksos kan likevel være en utfordring blant annet for personell som jobber i boretårn.

I likhet med diseleksos vil også turbineksos inneholde nitrøse gasser. Sammensetningen av partikler og eventuelle andre komponenter i turbineksos er imidlertid lite kjent, noe som bør følges opp videre i industrien.

### 7.2 Direktevisende måleutstyr for elementært karbon

Industrien oppfordres til å utvikle, eller evt. kvalifisere eksisterende utstyr, som kan benyttes for direktevisende målinger av elementært karbon. Dette for å kunne ha et verktøy for operasjonell kontroll av eksponeringsrisiko.

## 8. Forkortelser

AGCIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
Cetan tall	Tennvillighet for brennoljer (hvor lett antennes dieselen)
EC	Elementary carbon (Elementært karbon), også kalt Carbon black
EGR	Eksos Gas resirkulering
HVO-diesel	Hydrotreated Vegetable Oil (Biodiesel)
IARC	International Agency for Research on Cancer
IDLH	Immediate danger for life and health, konsentrasjonsnivå som gir umiddelbar fare for liv og helse
KOLS	Kronisk obstruktiv lungesykdom
MGO	Marin Gassolje / Marinediesel
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (Organiske forbindelser)



PM	Particulate Matter
SCR	Selective Catalytic Reduction
STAMI	Statens arbeidsmiljøinstitutt
STEL	Short term exposure level
UHC	Unburned hydrocarbons

## 9. Referanser og lenker

1. STAMI: Diseleksos i arbeidsatmosfæren i norsk olje- og gassindustri – Dagens eksponeringsbilde
2. STAMI: Hva er arbeidstakere som puster inn mye diseleksos utsatte for?
3. STAMI: Kartlegging av eksponering for diseleksospartikler i norsk arbeidsliv ved bruk av elementært karbon som markør
4. STAMI: Ny doktorgrad: Helseeffekter av diseleksos i arbeidsmiljøet
5. STAMI: Diseleksos, biomarkører og toksiske mekanismer
6. STAMI: Dieselpartikler og carbon black nanopartikler er omtrent like farlige å puste inn
7. Styringsforskriften § 18 Analyse av arbeidsmiljøet
8. Aktivitetsforskriften § 33 Tilrettelegging av arbeid
9. Forskrift om tiltaks- og grenseverdier
10. Aktivitetsforskriften § 36 Kjemisk helsefare
11. Forskrift om utførelse av arbeid
12. Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning (risikovurdering)
13. Maler for risikovurdering (Arbeidstilsynet)
14. Informasjon om åndedrettsvern (Arbeidstilsynet)
15. Arbeidsmiljøportalen
16. Luftkvalitet (Folkehelseinstituttet)

## Vedlegg 1 Grenseverdier pr 1.1.2022

Komponent	Grenseverdier* 8/12 timer	Grenseverdi anbefalt av ACGIH 8/12 timer	IDLH - verdi
CO	20 / 12 ppm	25 / 15 ppm	1200 ppm
NO <sub>2</sub>	0,5 / 0,3 ppm	0,2 / 0,1 ppm	13 ppm
NO	2,0 / 1,2 ppm	25 / 15 ppm	100 ppm
CO <sub>2</sub>	5000 / 3000 ppm	5000 / 3000 ppm	40000 ppm
Diseleksos målt som elementært karbon**	0,05 mg/m <sup>3</sup> / 0,03 mg/m <sup>3</sup>		

\* Se referanse 9

\*\* Nasjonal grenseverdi for diseleksos er gjeldende fra 21.2.2023.

## Vedlegg 2 Kilder til eksos - oversikt over maskiner og effekt

Det er en rekke maskiner som gir utslipp av diseleksos på en installasjon. Normalt vil eksosmengde øke med effekt, men større maskiner er ofte mer effektive enn mindre. Videre er det flere andre faktorer som påvirker graden og giftigheten av eksosutslipp (f.eks. fuel type, belastningsgrad, oppstart vs. jevn drift, tilsetningsstoffer, motorinnstillinger osv.)

Et vanlig dilemma når det gjelder eksos er at maskiner som er optimalisert med hensyn på lave NOx utslipp (sein «dieselinjection timing») dessverre gir større utslipp av helsefarlige partikler og økt forbruk/CO2 – så lenge avgassrensing og smart/moderne motorstyring ikke anvendes. Vedlegg 1 gir en oversikt over vanlige gasser og partikler i eksos og kapittel 4.2 beskriver mulige helseeffekter.

I tillegg til «egenprodusert» eksos kan innretninger bli eksponert for eksos fra nærliggende forsyningsfartøy, floteller etc.

### Kilder til eksos

Kilder til diseleksoseksponering i petroleumsindustrien kan være fra dieseldrevne trucker og kranmaskiner, hovedkraftgenerator, sementenhet, brannpumper, nødaggregat (dieselaggregat), livbåt-testing, skip (lasting og lossing av forsyninger til installasjoner offshore eller ved kaianlegg på landanlegg), dieselaggregat fra floteller, kakseanlegg, turbiner og utstyr medbrakt fra kontraktører (f.eks. aggregater knyttet til krafttilførsel til brønnintervensjon).

### Oversikt over maskiner og effekt (offshore)

- Brannpumper. Vanligvis 2-4 på hver installasjon. Ca. 1000-2000 kW
- Nød-generatorer. Vanligvis 1-2 på hver installasjon. Ca. 1500-3000 kW
- Kraft generatorer. Fra 0-2 på hver installasjon . Opp til 4-5000 kW pr. stk.
- Fremdrift/thrustere på flyttbare innretninger (typisk borerigger). Opptil 8 maskiner på hver innretning. Ca. 3-6000 kW pr maskin.
- Aggregat for sementenhet/boreutstyr. Fra 0-4 pr innretning. Ca. 2400 to 6300 kW pr. aggregat
- Kraner. Vanligvis 1-2 på hver innretning. Ca. 200 to 600 kW
- Livbåter. Vanligvis 2-10 på hver innretning. Ca. 40 to 280 kW
- MOB båter. Vanligvis 1-2 på hver innretning. Opptil ca. 280 kW
- "Black starters" (dieselmotor med trykkluftkompressor for å restarte anlegg dersom hovedkraft går ned), Vanligvis 1-2 på hver innretning. Ca. 30 to 50kW

## Vedlegg 3 Tekniske løsninger som påvirker diselelektos

I dette vedlegget har vi samlet generell informasjon om tekniske løsninger som er aktuelle pr 1.1. 2022, og som kan påvirke mengde og innhold av diselelektos.

### Valg av drivstoff og tilsetninger

#### Valg av dieseltyper.

- «Vanligst» offshore-diesel er MGO (Marin Gassolje / Marinediesel) med max. 500ppm Svovelinnhold (S). Høyere max. tetthet (0,860 kg/ltr) enn «land-diesel» og tyngre blandekomponenter. Svovelinnhold begrenser en del avgass-renseløsninger.
- Anleggssdiesel (møter EN590-spec) har max.10 ppm S, lavere max. tetthet (0,845 kg/ltr), lettere blandekomponenter (vs. MGO), og gir reduserte utslipp. Lav S muliggjør avgass-renseløsninger.
- HVO-diesel («avansert biodiesel») kan gi enda lavere utslipp og muliggjør avgass-renseløsninger. Siden HVO er et raffinert produkt som er basert på organisk avfall (slakteavfall, olje fra matavfall ++), gir det også en solid netto (livsyklusberegnert) CO<sub>2</sub>-reduksjon på typisk 80-90% og gode forbrennings-/bruks-egenskaper ellers. Men tilgjengelige volumer er begrenset. En testrapport fra Marintek for NHO/NO<sub>x</sub>-fondet (& DNV-GL) viser klare utslippsreduksjoner for HVO-diesel.

#### Additiver (tilsetninger i diesel)

- Avanserte, uttestede additiver med dokumentert effekt gir bl.a. bedre motortilstand/vedlikehold, reduserte utslipp (sot/PM, UHC, CO, NO<sub>x</sub>) samt drivstoff-besparelser (mindre CO<sub>2</sub>).
- Tilgjengelig/brukt sot-reducerende additiv normalt brukt for landtransport, kan tilsettes diesel. Dette kan senke avbrennings-temperatur for PM/sot med inntil ca. 200 grader (brennes av til CO<sub>2</sub>).
- Typiske del-komponenter som kan inngå i en additivpakke:
  - Tenningsforbedrer (øker Cetantall / tennvillighet og reduserer soting ved start)
  - Detergent for dyserenhold/funksjon/spray og leveringsvolum (opprettholde motoreffekt)
  - Antikorrosjon (tanker/rør, dieselsystem)
  - Lagrings-additiv (reduserer utfellinger, tank-/filtertrøbbel)
  - Egensmøring i innsprøytingssystem (Lubricity)
  - Forbrennings-forbedrer
  - Sotavbrenning
- En godt komponert (og uttestet) additivpakke kan muliggjøre avgassrenseløsninger som f.eks. partikkelfilter (sot/PM)

## Motortiltak

God motortilstand gir effektiv forbrenning, redusert forbruk/ CO<sub>2</sub> og reduserte sot/partikkelutslipp (EC) men økt NO<sub>x</sub>-utslipp. Og motsatt i en «sliten» motor.

- Justering til tidligere innsprøyting reduserer sot, forbruk av brennstoff og CO<sub>2</sub>, men NO<sub>x</sub> vil øke.
- Moderne motorteknologi kan gi lavere og markant reduserte utslipp og forbruk av brennstoff (og CO<sub>2</sub>). Ettermonterbare moderne høytrykk innsprøytnings-utstyr / bedre turboladere kan både redusere forbruk av brennstoff / CO<sub>2</sub> vesentlig (10-12% eller mere) og redusere andre utslipp (sot/partikler, uforbrent HC/diesel, NO<sub>x</sub>).
- EGR (Eksos Gass Resirkulering) er en rimelig og enkel løsning som er mye brukt i landtransport og reduserer NO<sub>x</sub>. En delstrøm av eksos ut fra motor føres tilbake til luftinnsug i motor via en EGR-ventil, og siden CO<sub>2</sub> er en «død gass» (ferdigforbrent) og er hovedandel i eksos, vil den senke forbrenningstemperatur og redusere NO<sub>x</sub>-dannelse. Motor-soting, EGR-ventilfunksjon og smøreolje-soting er nedsider og EGR er ikke vanlig på større motorer (som brukes offshore)
- Turbolader med «electro assist», eller «Peak shaving» vil gi reduserte utslipp/PM under oppstart og ved brå last-økning. Peak shaving er å «barbere» bort energitoppene i forbrukskurven og dermed sørge for en jevn kraftutnyttelse på hovedmotorene. Energien kan så bli brukt som reserveenergi i kraftintense operasjoner, enten ved batteri, kondensator eller svinghjulslagring av energi
- Injeksjon av vann og nedkjøling gir redusert Nox men mer forurensing i eksos pga. mindre fullstendig forbrenning og dermed mer partikler (UHC) i eksos

## Rensing av dieseleksos

Der finnes mange filter og løsninger som kan rense eksos – og mye av dette kan ettermonteres:

- Partikkelfiltre kan redusere sot/partikkelutslipp - fra 90 til over 99% (teknologi-avhengig). Noen er selv-regenererende og noen er avhengig av additiv for å senke sotavbrennings-temperatur for å regenereres (brenne av sot til CO<sub>2</sub>). Er svovelfølsom.
- Oksydasjons-katalysator reduserer CO og UHC (halvforbrent eksos) og til en viss grad sot/PM. Er som regel innebygget del i partikkelfiltre. Er svovelfølsom.
- SCR-katalysator kan redusere NO<sub>x</sub>-utslipp - fra 80 til over 90% (teknologi-avhengig). Trenger urea/Adblue-system (er med i SCR-pakken).
- SCR kombinert med «tidlig innsprøyting» gir både lave sot/PM-utslipp og lave NO<sub>x</sub>-utslipp, samt optimal forbrenning og redusert forbruk/CO<sub>2</sub>.
- Kombinerte løsninger finnes (partikkelfiltre + SCR-katalysator/NO<sub>x</sub>-reduksjon)
- Filtre kan installeres ved luftinntak (for eksempel i kran)

NB: SCR anlegg kan utgjøre en helseisiko (eksponering til isocyanasyre og ammoniakk) dersom anlegget ikke er forsvarlig operert og vedlikeholdt.

## Plassering og utforming av eksosutslipp

- Vurder å føre eksosen ut et annet sted/lengre vekk fra arbeidsområder/luftinntak
- Vurder å slippe eksos ut i en annen høyde
- Vurder å fasing på eksosrør (rør kappet til 45 graders har gitt lavere utslipp)
- Vurder å installere kompressor/ejektor system for å «skyte» eksos lenger vekk

## Andre tiltak

- Etablere en «vann-gardin/vanntåke» (hvis eksos føres under riggen/innretningen)
- Snu flyttbare innretninger slik at eksos ikke blåser mot arbeidsområdet
- Monitorer avgasser kontinuerlig / evt. på utvalgte lastpunkter når motorer kjøres. En kan da følge med på evt. feil-utvikling som gir økte utslipp.
- Innfør «live» (og historiske) forbruksmålinger. Dette kan også indikere feil-utvikling som kan medføre økte utslipp.
- Vurder rensing av inntaksluft til boligkvarter (det finnes svært effektive løsninger for dette, som i tillegg er effektiv mht. å rense luft for virus og bakterier.

## Vedlegg 4 Design og modifikasjon av innretninger

Ved design og engineering av nye installasjoner, eller ved modifisering av eksisterende installasjoner, må det tas hensyn til dieseleksoseksponering.

I dette vedlegget har vi samlet lærepunkter som kan brukes ved design av nye innretninger. Fra et arbeidsmiljø perspektiv vil valg av elektriske maskiner være det beste valget siden de ikke slipper ut eksos.

Her er mulige valg en bør vurdere :

- Rentbrennende og effektive motorer og generatorer med høy virkningsgrad
- Motorteknologi/styring som kan spille sammen med avgass-renseløsninger
- Avgass-renseløsninger, evt. sette av plass for dette.
- Kontinuerlig monitorering av avgasser, evt. på utvalgte lastpunkter når motorer kjøres, og kontinuerlig forbruksmåling. Begge disse tiltakene gir anledning til å følge med på evt. feil-utvikling som kan gi økte utslipp.
- Plassering av luftinntak og design av eksosanlegg slik at eksosen rutes bort fra arbeidsområder og luftinntak, og at eksosen ikke kan finne andre luftstrømmer den kan følge tilbake til moonpool, boretårn eller andre områder. Målet er segregering og tilstrekkelig avstand.
- Eksos fra andre skip etc. bør også inkluderes i risikovurdering når en designer plassering av luftinntak.
- Mer innebygde arbeidsområder med ventilasjon fra områder uten eksos.
- For flyttbare innretninger: Planlegge strømgeneratorer, tavlerom og strømkonsumenter slik at man kan kjøre i «single bus configuration» og dermed slippe splitting av strømleveranser og tavlerom for å forsyne kun dedikerte områder med strøm. Da kan man velge hvilke maskiner man bruker, avhengig om eksos går ut mot styrbord eller babord akter. Videre kan man kjøre færre maskiner på høyere belastning og dermed få en bedre forbrenning av drivstoffet.
- Benytte et Power Management System som inneholder alle standardfunksjoner som belastningsavhengig start/stopp, lastdeling, synkronisering, lastutskillelse osv. samt har et design med avanserte alternativer som vil redusere distribusjonstap, øke energitilgjengeligheten for en optimal drift med redusert eksosutslipp.
- Vurdere hybrid løsninger med batterilagingsløsninger integrert med fartøyets kraftsystem (Peak shaving) gir drivstoffbesparelser, lavere utslipp redusert drift og vedlikehold samt gir optimalisert utnyttelse av eksisterende diesel generatorer ifm. oppstart, drift og brå last økninger.