

■ [www.energy.sintef.no](http://www.energy.sintef.no) ■

**SINTEF****SINTEF Energiforskning AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
Resepsjon: Sem Sælands vei 11  
Telefon: 73 59 72 00  
Telefaks: 73 59 72 50

www.energy.sintef.no

Foretaksregisteret:  
NO 939 350 675 MVA

**TEKNISK RAPPORT**

SAK/OPPGAVE (tittel)

**Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer. Del III:  
Hudeksponering ved arbeid med turbiner**

SAKSBEARBEIDER(E)

**Kristin Svendsen (Arb.med. St.Olav Hospital), Kirsti Krüger (Statoil),  
Bjarne Malvik**

OPPDRAUGSGIVER(E)

**NFR/Statoil**

TR NR.	DATO	OPPDRAUGSGIVER(E)S REF.	PROSJEKTNR.
TR A6246	2005-12-12	Signy Midtbøe Riisnes	16X432.01
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.)	GRADERING
05121211850		Bjarne Malvik <i>Bjarne Malvik</i>	Åpen
ISBN NR.	RAPPORTTYPE	FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)	OPPLAG      SIDER
82-594-2957-8	Åpen	Inge R. Gran <i>Inge R. Gran</i>	17              36
AVDELING	BESØKSADRESSE	LOKAL TELEFAKS	
Energiprosesser	Kolbjørn Hejes vei 1d	73503950	

## RESULTAT (sammendrag)

Eksposering for organofosfatholdige oljer skjer også gjennom hudkontakt. Om hud- eller inhalasjonseksponering innebærer den viktigste opptaksveien er ikke kjent. Det eksisterer for lite kunnskap om hudopptak i denne sammenhengen. For å dokumentere omfanget av hudeksponering er det gjennomført en omfattende kartlegging ved å foreta intervju og måle tilsøling av klær og hud. Graden av tilsøling er uttrykt som prosentareal av ulike kroppsdeler.

Kartleggingen dokumenterer ulike operatørgrupperes kontakt med oljer både i tid og intensitet. Eksposeringen varierer betydelig avhengig av arbeidsoperasjon. For de fleste forekommer direkte kontakt med oljer i en liten del av arbeidstiden. Graden av tilsøling synes normalt å være beskjeden. I hvilken grad oljen trenger gjennom klær og når huden er ikke godt nok kartlagt. Det er grunn for å videreføre denne aktiviteten for å få bedre kunnskap om betydningen av hudkontakt, også med hensyn til andre skadeeffekter enn mulig opptak av organofosfater.

**STIKKORD**

EGENVALGTE	Organofosfater	Organophosphates
	Hudeksponering	Skin exposure

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 SAMMENDRAG .....	3
2 INNLEDNING .....	4
3 METODE .....	5
3.1 OLJER .....	5
3.1.1 Turbinoljer .....	5
3.1.2 Hydraulikkoljer .....	6
3.1.3 Visualisering .....	6
3.2 SPØRREUNDERSØKELSE/INTERVJU- UTVELGELSE AV JOBBER .....	9
3.3 MÅLING AV HUDEKSPONERING .....	11
3.3.1 Vurdering av intensitet av eksponering på kjeledress .....	11
4 RESULTATER .....	13
4.1 SPØRRESKJEMA .....	13
4.1.1 Resultater kjeledresser .....	16
4.1.2 Kombinasjon av spørreskjemadata og eksponeringsdata .....	19
5 DISKUSJON .....	20
5.1 SPØRRESKJEMA/INTERVJU .....	20
5.1.1 Turbinolje .....	20
5.1.2 Hydraulikkolje .....	21
5.1.3 Alle oljene .....	21
5.2 ANALYSE AV KJELEDRESSER .....	21
5.3 KOMBINASJON AV SPØRRESKJEMADATA OG RESULTAT FRA KJELEDRESSER .....	23
6 LITTERATUR .....	25
7 VEDLEGG .....	26

## 1 SAMMENDRAG

Formålet med undersøkelsen var å karakterisere eksponering for smøreoljer som inneholder organofosfater på Statoils offshore installasjoner. Oppmerksomhet rettet mot organofosfater i oljer skyldes at enkelte organofosfater kan gi nevrologiske effekter. I prosjektets startfase ble det i hovedsak fokusert på karakterisering av eksponering via luft. Måleresultater og vurderinger ga imidlertid etter hvert grunn til å anta at det største bidraget til eksponering for organofosfatholdige oljer i dag kommer fra hudkontakt.

Prosjektet valgte derfor å prøve å dokumentere i hvor stor grad arbeidstakere blir eksponert for turbinoljer/hydraulikkoljer via hud og klær. Undersøkelsen omfatter følgende oljer; turbinolje, gir- og generatorolje samt hydraulikkolje. Hovedfokus ble å beskrive eksponering for turbinoljer da innhold av organofosfater i andre typer oljer er meget lavt. Aktuelle turbinoljer er Turbonycoil 600 og Turbonycoil 610 som blant annet inneholder <3 % isopropyleret fenylfosfat og <4 % aminer.

Karakterisering av eksponering ble utført ved hjelp av intervju/spørreskjema og ved direkte måling av tilsølte arealer på hvite papirkjeledresser. Tilsølt areal ble vurdert og dokumentert visuelt, både i synlig lys og i UV lys. Graden av forurensning på kjeledressene ble også kombinert med data fra spørreundersøkelsen for å tilstrebe et konkret mål på eksponering. I spørreskjemaet ble det blant annet spurt om hvor lenge og hvor hyppig de ulike arbeidstakergruppene hadde kontakt med de aktuelle oljene. Det ble samlet inn 71 spørreskjema og 39 kjeledresser.

Arbeidsoperasjonene med høyest eksponeringspotensiale for turbinolje var forebyggende vedlikehold (FV) på turbinene herunder skifte av smøreoljefilter samt turbinskifte. Skifte av smøreoljefiltre er en arbeidsoperasjon som er tatt ut fra FV og behandlet for seg. Etter våre resultater vil en gjennomsnitts turbinmekaniker i forbindelse med arbeid på turbin være tilsølt i ca 10 arbeidsdager med 0,15 % tilsøling av kjeledresser (FV), 1,5 arbeidsdag med mellom 0,8 og 5,6 % av kjeledressen (oppmontering og nedmontering av turbin) og 5 arbeidsdager med tilsølingsgrad på 7,6 % av kjeledressen (inkludert skifte av smøreoljefilter og annet arbeid med tilsølingspotensiale på linje med skifte av smøreoljefilter) i løpet av et år. Denne tilsølingen er såpass tydelig at den gir risiko for hudeksponering. Det må antas at alle disse dagene gir tilsøling også på hender.

Den oljen som flest (15,5 %) rapporterte at de hadde hyppig hudkontakt med (opp til 30 dager/år samt tilsølt hud en gang i blant eller oftere) var hydraulikkolje. Den yrkesgruppen som rapporterte mest kontakt med hydraulikkolje var mekaniker innen boring som angav i gjennomsnitt 381 timer pr år med kontakt med hydraulikkolje.

Vurderingen av de tilsølte kjeledressene viser at armer og bein blir mest tilsølt. Den prosentvise delen av armer og bein som tilsøles varierer mye både fra person til person og mellom de forskjellige arbeidsoperasjonene.

Bakgrunnen for undersøkelsen var mulig opptak av organofosfater fra turbinoljer og mulige nevrotoksiske effekter. En annen risiko for helseskade ved hudkontakt med disse oljene vil etter

vår mening være knyttet til aminer som kan forårsake allergi. Det er vanskelig å sette en grense for hvor stor eksponering som anses forsvarlig, da det ikke finnes data som angir hvilken eksponering som kan representere helseskade.

## **2 INNLEDNING**

Formålet med undersøkelsen var å karakterisere eksponering for smøreoljer som inneholder organofosfater på Statoils offshore installasjoner. Oppmerksomhet rettet mot organofosfater i oljer skyldes at enkelte organofosfater kan gi nevrologiske effekter. I prosjektets startfase ble det i hovedsak fokusert på karakterisering av eksponering via luftveiene. Planen var å vurdere hydraulikksystemer og turbiner på Heidrun for å identifisere mulige eksponeringssituasjoner og steder. Slik eksponering skulle så verifiseres med måling av forurensning i arbeidsatmosfæren. Til i dag er det gjort aerosolmålinger gjennom oppsamling av oljetåke på filter og registrering med optisk aerosolmåler. Resultater fra målinger i kraftturbinhus viser meget lave nivåer av aerosoler. I kraftturbinhus er det undertrykk. Det er videre utført aerosolmålinger i turbinhus for gasskompresjon, disse viste også lave verdier ( $<0,3 \text{ mg/m}^3$ ). Det er også utført målinger i hydraulikkrom under drift, ( $0,1\text{-}0,25 \text{ mg/m}^3$ ), og luftmålinger nær utendørs luftestusser for oljetanker for turbinolje (under deteksjonsgrensen). Fra luftestussene kan man se at det kommer røyk (aerosoler). Mengden røyk varierer, men noen dager oppleves ubehagelig lukt i nærheten av luftestussen. Det er gitt informasjon om at slike luftestusser på noen installasjoner har vært plassert inne i hallene der turbinhusene og tilhørende oljetanker var plassert (innelukkede anlegg). I slike tilfeller antas imidlertid at det tidvis kunne vært høye nivåer av aerosoler i hallen. Måleresultater fra dagens situasjon og vurderinger så langt gir grunn til å tro at størst eksponering for organofosfatholdige oljer i dag kommer fra hudkontakt. At hudkontakt er den største kilden til eksponering for organofosfater er beskrevet av andre (Craig og Barth 1999). Resultater fra nyere forskning tyder på at opptak av kjemikalier gjennom hud har større betydning enn tidligere antatt (Harper 2004, Semple 2004).

Hudeksponering kan måles på forskjellig måte, men det finnes i dag ikke noen standard for hvordan slik eksponeringsmåling skal utføres. De fleste metodene som er foreslått benytter en ytre bekledning som fungerer som erstatning for hud, eller lapper som plasseres på strategiske steder direkte på huden. I begge tilfellene må huderstatningen, det være seg kjeledress eller lapper analyseres etter eksponering. Alternativer er å måle opptak i blod eller å vurdere tilsølt areal på bar hud. En metode består av å vaske tilsølte hudarealer med et dertil egnet løsningsmiddel og deretter analysere løsningsmiddelet for innhold av aktuell substans. De to siste alternativene var ikke aktuelle på dette stadiet av undersøkelsen, da vi var usikre på graden av eksponering og om aktuell agens (organofosfater) fantes i målbare mengder.

Hensikten med denne delen av undersøkelsen er å dokumentere i hvor stor grad arbeidstakere blir eksponert for turbinoljer via hud og klær på Statoils offshore installasjoner. Det ble derfor valgt å benytte hvite papirkjeledresser som erstatning for hud og klær. På disse kjeledressene avsettes forurensingen tydelig, og eksponering kan vurderes visuelt. Turbinoljene har tydelig absorpsjon i UV-lys. De forskjellige oljene absorberer ved forskjellig bølgelengde og kan derfor i noen grad

skilles fra hverandre ved hjelp av UV-lys. Målingene av tilsølingsgrad av kjeledress ble supplert med spørreskjema til utvalgte grupper arbeidstakere.

Installasjonene på Halten Nordland ble valgt som arena for undersøkelsen. Installasjonene her er forholdsvis små, den største er Heidrun som er en strekkstagsplattform med 300 senger. Den ble satt i drift i 1995, Åsgard B er fra 2000 med et belegg på ca. 150 personer. Undersøkelsen ble utvidet til også å omfatte Gullfaks A (i drift fra 1986) og Gullfaks C (fra 1989), og spørreskjemaet ble brukt i noen grad på Statfjordplattformene.

### **3 METODE**

Det ble benyttet to metoder for kartlegging av hudeksponering. En av metodene var bruk av spørreskjema, skjema ble utfylt etter plenumsinformasjon eller som intervju. For en del av arbeidsoperasjonene som ble vurdert å kunne medføre stor grad av hudeksponering for oljer, ble tilsølingsgraden registrert ved bruk av papirkjeledresser. Ved avsluttet arbeid ble kjeledressene vurdert visuelt og i UV-lys

#### **3.1 OLJER**

De mest brukte oljene i turbiner og tilstøtende utstyr er:

Halten Nordland;

*Turbinoljer*; Turbonycoil 600 (Heidrun, Åsgard A), Turbonycoil 610 (Åsgard B), TurbWay 32 (Heidrun). På Heidrun har Exxon turbo 2380 blitt brukt fram til 2002.

*Generator, Kompressoroljer*; TurbWay 32 (Alle)

*Hydraulikkoljer*; HydroWay HVXA 15LT (Åsgard B), HydroWay HVXA 32-68 (Heidrun), HydroWay 32 (Heidrun), HydroWay HVXA 46 (Åsgard A).

Gullfaks A og C;

*Turbinoljer*; Turbonycoil 600

*Generatorolje*; TurbWay 32

*Kompressorolje*; TurbWay 46

Turbinverkstedet;

*Turbinolje*; Mobil Jet Oil II

##### **3.1.1 Turbinoljer**

*Turbonycoil 600*: Syntetisk olje som inneholder benzotriazol(CAS-nr95-14-7) < 0,1 %, 1-naftylanilin(CAS nr 90-30-2) < 1,5 % og isopropylert fenylfosfat < 3 %.

*Turbonycoil 610*: Syntetisk olje som inneholder benzotriazol(CAS-nr 95-14-7) < 0,1 %, 1-naftylanilin(CAS nr 90-30-2) < 1,5 % og isopropylert fenylfosfat < 3 %.

bis(4-(1,1,3,3-tetrametylbutyl)fenyl)amin (CAS.nr 15721-78-5) <1 %, 1 naftalenamin, N-((1,1,3,3-tetrametylbutyl)fenyl)-, polymer med 4-oktyl-N-(4-oktylfenyl)benzenamin (CAS-nr 68938-84-1) < 4 % og isopropylert fenylfosfat (CAS-nr 68937-41-7) < 3 %.

*Turbway 32*: Mineralolje med additiver < 1 %

*Mobil Jet oil II*: Syntetisk olje med 1-naftalenamin, N-fenyl (naftylanilin)(CAS nr 90-30-2) 1-5 %, Alkylerte difenylamin (Benzenamin, N-fenyl, reaksjonsprodukt med 2,4,4-trimetylpen-ten) (CAS-nr.68411-46-1) og Trikresylfosfat 1-5 % (CAS-nr.1330-78-5).

*Exxon turbo 2380*: Syntetisk olje(polyolfettsyreester), aromatisk amin 1-5 % og trikresylfosfat

### 3.1.2 Hydraulikkoljer

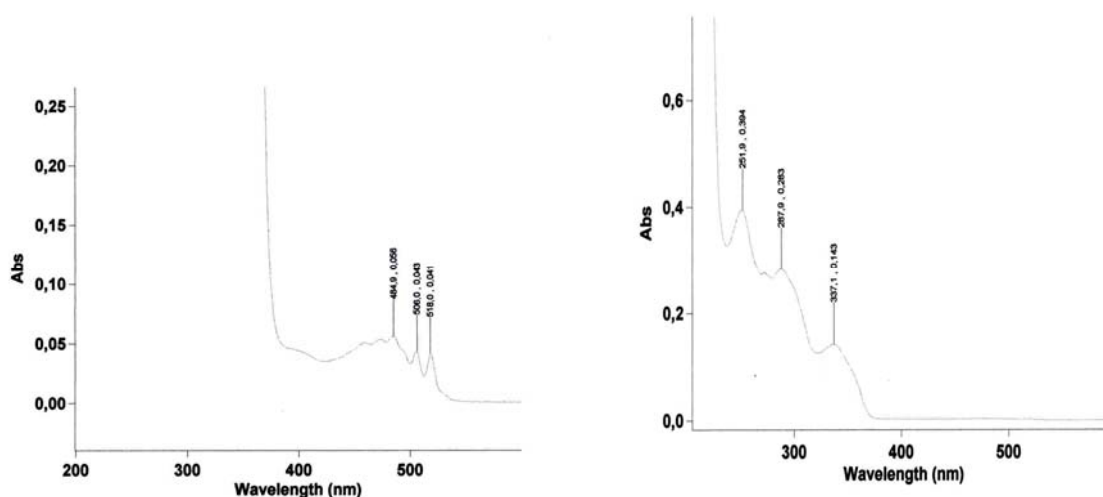
*HydraWay HVXA 15 LT* : Mineralolje med forholdsvis stor mengde lettflyktige komponenter, additiver <5 %

*HydraWay HVXA 32-68*: Mineraloljebasert olje med polymetakrylat og akrylatpolymer,

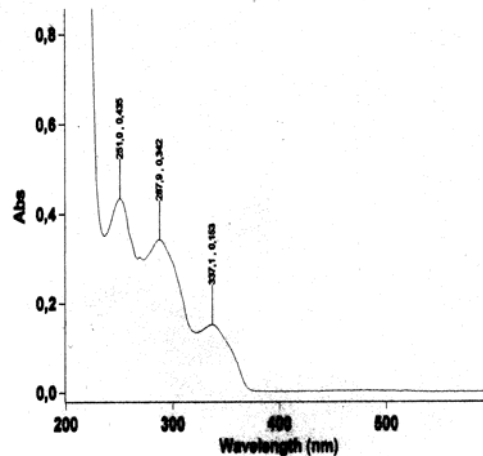
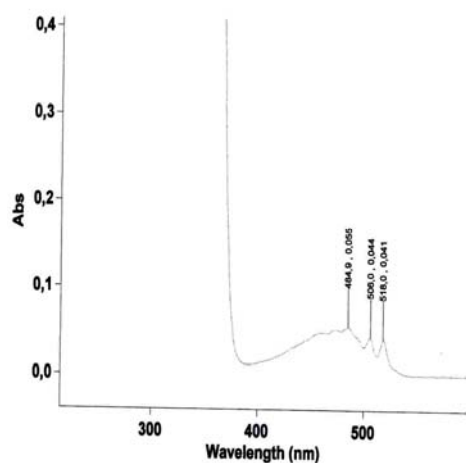
*HydraWay HVXA 46*: Mineralolje med polymetakrylat og polymetylsiloksan. Additiver < 5 %

### 3.1.3 Visualisering

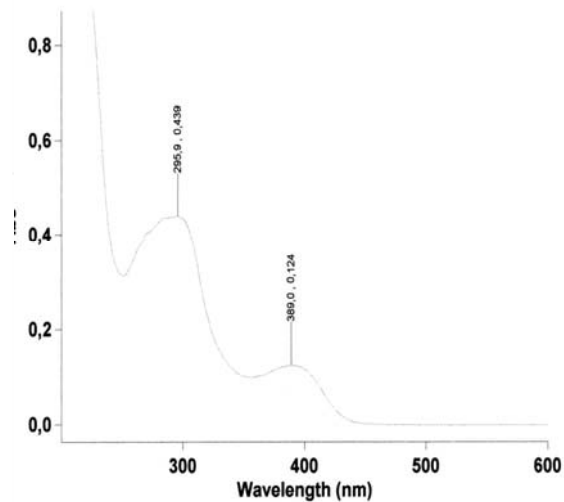
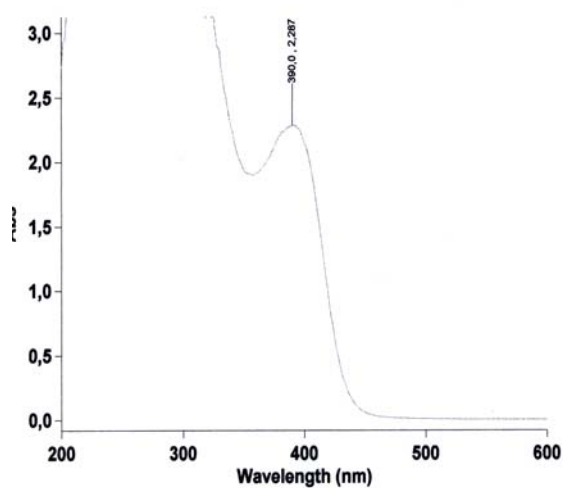
Alle turbinoljene har markant UV-absorpsjon, og vises med forskjellig farge i UV-lys.



UV-spekter av Mobil Jet oil II,  $\lambda_{\max}$  = 485,506, 518, 337, 288 og 251nm.

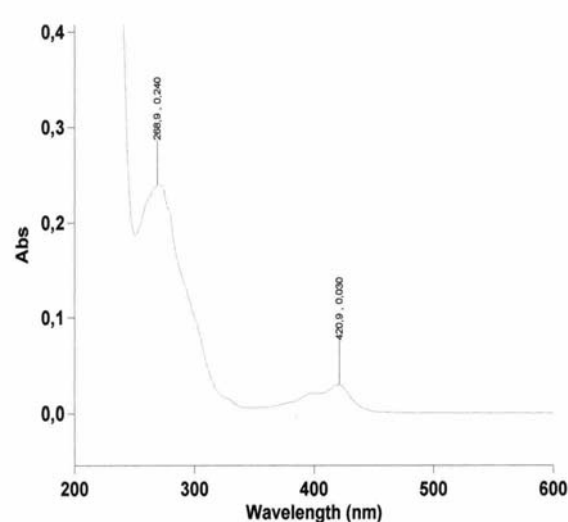
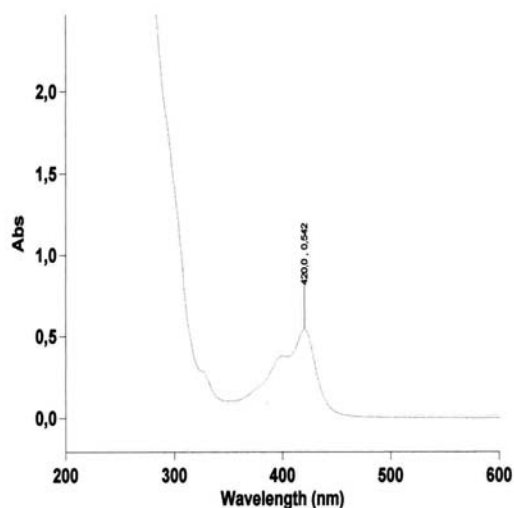


UV-spekter av Turbonycoil 600.  $\lambda_{\text{max}}$  = 485, 506, 518, 337, 288 og 251nm.

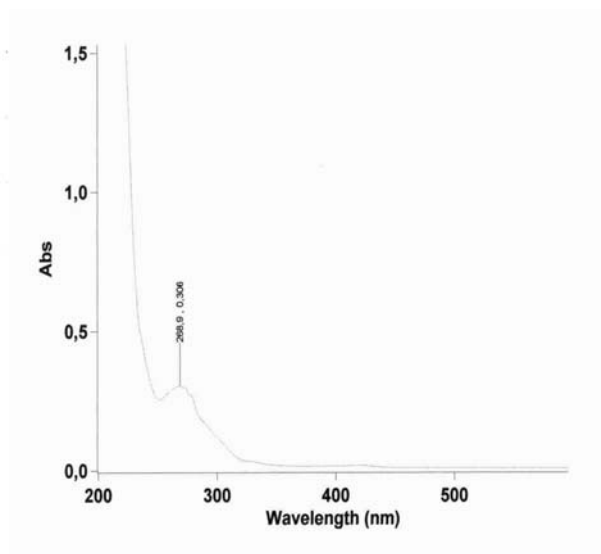
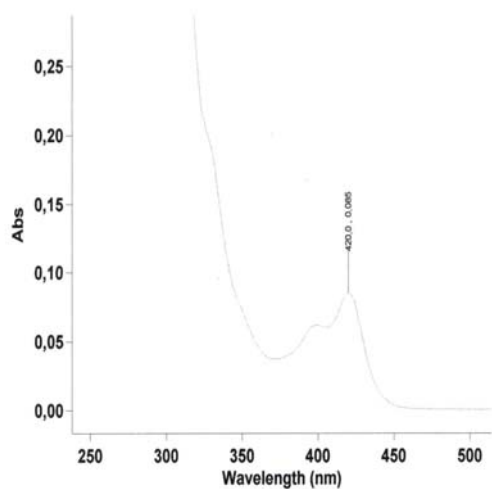


UV-spekter av Turbonycoil 610.  $\lambda_{\text{max}}$  = 390 og 295nm.





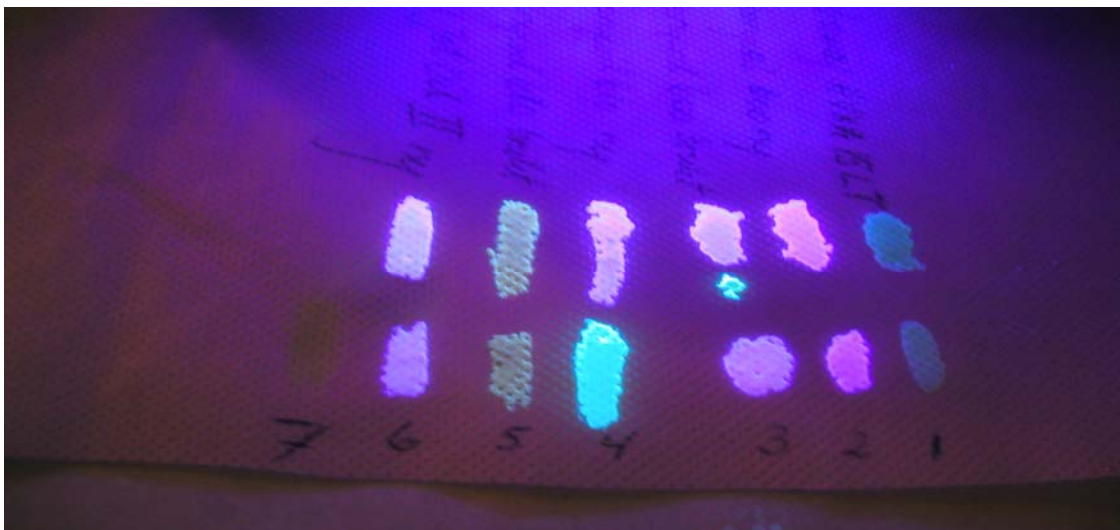
UV-spekter av TurbWay 32.  $\lambda_{\text{max}} = 420$  og 269nm.



UV-spekter av HydraWay HVXA LT 15.  $\lambda_{\text{max}} = 420$  og 269nm.

Turbway 32 og HydraWay HVXA15LT har like UV-spekter, dette skyldes sannsynligvis at begge inneholder samme tilsetningstoff.

UV-spekter av Mobil Jet Oil II og Turbonycoil 600 er identiske. Dette skyldes sannsynligvis at begge inneholder 1-naftylanilin i omtrent samme mengde.



Figur 1: De forskjellige oljene i UV-lys (Modell UVGL-58, 365nm[UVP Upland])

### 3.2 SPØRREUNDERSØKELSE/INTERVJU- UTVELGELSE AV JOBBER

På bakgrunn av informasjon fra driftspersonell ble de mest utsatte grupper av arbeidstakere identifisert. En del av disse ble bedt om å svare på spørsmål fra et spørreskjema. Det ble samlet inn svar fra 71 personer.

Disse ble intervjuet i henhold til spørreskjemaet om graden og hyppigheten av kontakt med de aktuelle oljene i løpet av siste år og siste 5 års periode. Det ble laget et skjema for hver av de tre oljetyperne vi var interessert i å kartlegge bruken av; turbinolje, generator/kompressorolje og vanlig hydraulikkolje. I skjemaene ble det spurt etter hvilken funksjon personen har, hvilken installasjon det gjelder, navn på aktuell olje, hvor ofte de er i kontakt med aktuell olje, hvor lang tid jobbene tar, om de blir tilsølt og i tilfelle hvor på kroppen og hvor ofte dette skjer. I tillegg ble det spurt om bruk av verneutstyr og om tilsølt tøy og hansker blir skiftet umiddelbart. Det ble også spurt om de kunne oppgi hvilke arbeidsoperasjoner som gir mest tilsøling.

Jobbgruppene som er mest i kontakt med de aktuelle turbinoljene (Turbonycoil 600 og 610 samt Turbway 32) er de som er oppgitt i tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over hvilke yrkesgrupper som er intervjuet og hvor lenge de har arbeidet offshore. Informasjonen er gitt separat for de forskjellige yrkesgruppene.

Yrke	Aritmetisk gjennomsnitt (år offshore)	SD	Median (år offshore)	Min-max (år offshore)	Antall personer i gruppa
Turbinmekaniker	17,0	9,8	20	4-30	11
Mekaniker	11,7	7,8	11,5	1-25	17
Prosesstekniker	12,7	7,7	16,0	1-21	18
Instrumenttekniker	16,3	6,5	16	10-23	3
Kranfører	17,5	9,1	18	0,5-30	13
Mekaniker-boring	16,8	9,5	18,5	5-25	6
Kranmekaniker	17				1
Elektriker	16	1,4	16	15-17	2

Intervjuene ble organisert og gjennomført av HMS-personell (yrkeshygieniker).

Resultatene fra intervjuene ble analysert ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS.

Følgende arbeidsoperasjoner ble identifisert for turbinoljer:

Renhold og påfylling av turbinoljer  
Skifting av turbin  
Mekanisk arbeid på turbin,  
FV (forebyggende vedlikehold)

Følgende arbeidsoperasjoner er identifisert for kompressor/generatorolje:

Bytte av kompressorolje (Turbway32) i tank.  
Renhold og tørking av oljesøl

Følgende arbeidsoperasjoner er identifisert for hydraulikkoljer:

Filterbytte, pumpebytte  
Tørking av olje – renhold  
Vedlikehold kran  
Slangebrudd

Gjennomsnittlig kontakttid med turbinoljer for hver yrkesgruppe ble beregnet ved å bruke data fra Vedlegg 1 som utgangspunkt. Kontakttid ble beregnet ved å multiplisere antall timer pr gang med antall dager pr tur og antall personer som rapporterer denne kontaktfrekvensen. Under ½ time ble

definert som 0,5 time, ½ til 4 timer ble definert til 4 timer og mer enn 4 timer ble definert til 8 timer. Det er beregnet at det er 8,6 turer pr år og at hver tur varer 14 dager. Resultatet angis som timer pr tur eller pr år i gjennomsnitt for hver yrkesgruppe som har svart.

Tilsvarende ble gjort for gir/generatorolje og hydraulikkolje ved å bruke data fra vedlegg 2 og 3.

### **3.3 MÅLING AV HUDEKSPONERING**

For å kunne kvantifisere hudeksponering ble et utvalg fra de forskjellige ovenfor nevnte jobbgrupper utstyrt med hvite papirkjeledresser (KleenGuard T65 XP eller Tyvek ) før aktuelle arbeidsoperasjoner skulle utføres. Kjeledressene ble båret utenpå vanlig kjeledress.

Papirkjeledressene ble skiftet i matpauser hvis arbeidsoperasjonene varte ut over slike pauser. Ny kjeledress ble benyttet når spesielle arbeidsoperasjoner ble utført.

Dressene ble fotografert med og uten UV-lys og oppbevart for senere verifikasjon. Eksponerte områder på kjeledressene ble registrert ved manuell måling av areal, både med hensyn til sted (kroppsdeler) og størrelse både i synlig lys og i UV-belysning.

Hender ble vurdert i UV-lys etter arbeidsoperasjoner der dette var mulig.

Vurdering av tilsølt areal på kjeledress

Tilsølte områder ble markert og tilsølt areal ble beregnet ved måling av areal i cm<sup>2</sup>. Tilsølte områder rapporteres som eksponert areal i % av totalt område av kjeledressen fordelt på 6 forskjellige kroppsdeler. De 6 kroppsdelerne er:

- Høyre arm
- Venstre arm,
- Bole foran
- Bole bak
- Høyre og venstre del av nedre kropp med bein foran(nedenfor midje).
- Høyre og venstre del av nedre kropp med bein bak (nedenfor midje).

Hver arm utgjør 12,4 % av hele kjeledressen

Bein foran(kropp nedenfor midje) utgjør 24,7 % av hele kjeledressen

Bein bak(kropp nedenfor midje) utgjør 24,7 % av hele kjeledressen

Bole foran utgjør 12,9 % av hele kjeledressen

Bole bak utgjør 12,9 % av hele kjeledressen

#### **3.3.1 Vurdering av intensitet av eksponering på kjeledress**

Hver del av kjeledressene ble også vurdert i UV-lys, og graden av tilsøling ble delt opp i følgende kategorier:

- Synlig olje uten UV-lys kraftig gjennomtrukket (intensitetsscore 5)
- Synlig olje uten UV-lys (intensitetsscore 4)

- Kraftig synlig i UV-lys(intensitetsscore 3)
- Middels synlig i UV-lys (intensitetsscore 2)
- Svakt synlig i UV-lys. (intensitetsscore 1)

Graden av eksponering ble med dette vurdert både med hensyn til tilsølt areal og intensitet av tilsøling.

Graden av eksponering ble videre angitt med et eksponeringstall som er dannet som et produkt av eksponert areal og intensitet av eksponering som angitt av Fenske for hver kroppsdel (Fenske, RA 1988).

Tabell 2: Matrise for vurdering av eksponering. Beregning av score ut fra eksponert areal og intensitet av eksponering.

Eksponert areal					
80-100%	5	10	15	20	25
60-80%	4	8	12	16	20
40-60%	3	6	9	12	15
20-40%	2	4	6	8	10
0-20%	1	2	3	4	5
intensitetsscore	1(lav)	2	3	4	5(høy)

Sum score for de forskjellige kroppsdelene ble vektet i forhold til sin prosentdel av hele kjeledressen, og et samlet eksponeringstall ble beregnet for hver kjeledress.

Resultatene ble analysert ved hjelp av SPSS. Forskjeller mellom grupper ble beregnet med One-Way Anova med multiple sammenligninger(LSD).

## 4 RESULTATER

### 4.1 SPØRRESKJEMA

Tabell 3: Andel personer som er hyppig i kontakt med de forskjellige oljene og samtidig rapporterer tilsølt hud en gang i blant eller oftere

	Turbinolje	Generator/girolje	Hydraulikkolje
Opptil 30 dager/år (Minst annenhver tur - annenhver dag)	9 % av turbinmekanikere	3 % av alle	16 % av alle
Opptil 9 dager/år (Minst annenhver tur - en gang i uka) 1 % av alle	4 % av alle 27 av turbinmekanikere	10 % av alle	23 % av alle

Tabell 4: Andel av alle (71 personer) i % som har rapportert episoder med spesielt omfattende hudeksponering (tilsøling) de siste 5 årene:

	1 gang	2 ganger	3 ganger	4 ganger	> 4 ganger
Turbinolje: I alt 12 personer (16,4 %)	5,6 %	4,2 %		1,4 %	5,6 %
Generatorolje/kompressorolje I alt 9 personer (12,6 %)	2,8 %	2,8 %			7,0 %
Hydraulikkolje I alt 21 personer (29,6 %)		1,4 %	4,2 %	1,4 %	22,5 %

Av de som rapportere slik omfattende eksponering siste 5 år var det 9 mekanikere og 4 produksjonsarbeidere for turbinoljer, det var 4 mekanikere, 4 produksjonsarbeidere og 2 instrumenttekniker/elektriker for generatorolje, mens episoder med eksponering for hydraulikkoljer var fordelt på flere yrkesgrupper. Mekaniker, mekaniker boring og kranfører rapporterte mest eksponering for denne olja.

Tabell 5: Hvor ofte alle(n=71) og undergruppen mekanikere og turbinmekanikere(n=28) rapporterer at de har blitt tilsølt på huden med de forskjellige oljene. Resultatene er angitt i % av alle som har svart (n=71) for alle og i % av antall mekanikere og turbinmekanikere(mek/turbin)(n= 28) for denne undergruppa.

Tilsølingsfrekvens	Turbinoljer		Gir/gen.oljer		Hydraulikkoljer	
	alle	Mek/turbin	alle	Mek/turbin	alle	Mek/turbin
Hver gang	1,4	-	2,8	-	-	
Nesten hver gang	2,8	7,1	2,8	7,1	12,7	14,3
En gang i blant	8,5	14,3	8,5	14,3	18,3	14,3
Sjelden	5,6	10,7	2,8	3,6	1,4	3,6
Aldri /ikke svart	81,3	66,9	81,7	75,0	67,6	67,9

Aldri/ ikke svart - er samlet fordi ved intervju var oppfatningen at intervjuobjektene ikke svarte fordi de ikke anså dette som noe problem. Det var også vanskelig å krysse av for aldri, derfor ble det ofte latt ubesvart.

Tabell 6: Hvilke områder av **huden** som rapporteres at bli tilsølt. Resultatene er angitt i % av alle som har svart (n=71) for alle og i % av antall mekanikere og turbinmekanikere(mek/turbin)(n= 28) for denne undergruppa.

Tilsølt område	Turbinoljer		Gir/gen.oljer		hydraulikkoljer	
	alle	Mek/turbin	alle	Mek/turbin	alle	Mek/turbin
Hender	21,0	25,0	14,1	25,0	33,8	35,7
Hender og hånledd	4,2	10,7	1,4	3,6	1,4	3,6
Hender, armer, knær	4,2	7,1	5,6	3,6	11,2	3,6
Større områder	--		1,4		4,2	3,6
Aldri/ikke svart	70,4	52,2	77,5	67,9	54,9	50,0

Tabell 7: Hvilke områder av **klær** som rapporteres at bli tilsølt. Resultatene er angitt i % av alle som har svart (n=71) for alle og i % av antall mekanikere og turbinmekanikere(mek/turbin)(n= 28) for denne undergruppa.

Tilsølt område	Turbinoljer		Gir/gen.oljer		hydraulikkoljer	
	Alle	Mek/turbin	Alle	Mek/turbin	Alle	Mek/turbin
Hansker	11,3	17,9	14,1	14,3	7,0	3,6
Hansker og armer	7,0	14,3	4,4	10,7	2,8	3,6
Hansker og knær	9,9	10,7	7,6	3,6	7,0	7,1
Større områder	14,1	14,3	5,6	14,3	33,8	35,6
Aldri/ikke svart	57,7	42,9	60,6	57,1	49,3	50,0

Tabell 8. Gjennomsnittlig antall timer pr tur og pr år som de forskjellige yrkesgruppene har rapportert for **turbinolje**. Tabellen baserer seg på vedlegg 1 og har brukt 0,5 timer, 4 timer og 8 timer for de forskjellige tidsintervallene. SD = standard avvik

Yrkesgruppe	Timer/tur(SD)	Timer/år
Turbinmekaniker(n=9)	19(16,3)	164
Prosesstekniker(n=15)	6(7,0)	55
Mekaniker(n=5)	8(6,6)	65
Andre(n=3)	4(3,5)	37

Tabell 9: Turbinmekaniker rapporterte turbin FV, turbinskifte og påfylling/lekkasjeutbedring som de viktigste kontaktmuligheter med turbinolje.

Arbeidsoppgave	Andel kontaktmulighet
Turbin FV	64 %
Turbinskifte	9 %
Påfylling	9 %
Lekkasjeutbedring	9 %

En har ikke svart

Tabell 10. Gjennomsnittlig antall timer pr tur (SD) og pr år som de forskjellige yrkesgruppene har rapportert for **gir/generatorolje**. Tabellen baserer seg på vedlegg 2 og det er regnet med at de har brukt 0,5 timer, 4 timer og 8 timer for de forskjellige tidsintervallene

Yrkesgruppe	Timer/tur (SD)	Timer/år
Turbinmekaniker(n=6)	21(19,4)	178
Prosesstekniker(n=9)	14(17,6)	119
Mekaniker(n=4)	13(12,0)	108
Kranfører(n=1)	28	241
Andre(n=4)	4(3,1)	32



Tabell 11. gjennomsnittlig antall timer pr tur (SD) og pr år som de forskjellige yrkesgruppene har rapportert for hydraulikkolje. tabellen baserer seg på vedlegg 3 og det er regnet med at de har brukt 0,5 timer, 4 timer og 8 timer for de forskjellige tidsintervallene.

Yrkesgruppe	Timer/tur (SD)	Timer/år
Turbinmekaniker(n=2)	18(14,8)	151
Prosesstekniker(n=2)	2(2,1)	17
Mekaniker(n=8)	19(18,3)	160
Kranfører(n=7)	8(9,5)	65
Mekaniker-boring	44(18,6)	381
Instrumenttekniker(2)	6(3,2)	50

#### 4.1.1 Resultater kjeledresser

Resultater fra registrering av tilsølte områder på kjeledressene etter arbeid med utvalgte arbeidsoperasjoner er vist i tabell 12. Grad av tilsøling er angitt både som prosentvis tilsøling av hver enkelt kroppsdel for total tilsøling ("Total") og for tilsøling som enten er synlig på kjeledressen, eller sterkt synlig i UV-lys ("Tydelig").

Med "Total" menes områder med intensitetsscore 1-5 (alt som er synlig på kjeledressen både med og uten UV-lys).

Med "Tydelig" menes områder med intensitetsscore 3,4 og 5. "Tydelig" er den eksponering som kan gi potensiell risiko for hudeksponering.

I tillegg er eksponeringstall etter Fenske angitt for de forskjellige arbeidsoperasjonene og yrkesgruppene. Venstre og høyre del av nedre kropp foran og bak ble registrert i samme rubrikk, da tilsølingsgrad ofte var tilnærmet lik.

Tilsøling av nedre kropp foran var mest konsentrert om knærne og helt nede ved skoene. Tilsøling på armer var mest ved mansjetter, men også på tilfeldige steder oppover armene både foran og bak. På bolen var tilsøling mest markant ved midje/mage.

Hansker var i alle tilfeller tilsølt på fingre og inne i håndflatene. Hanskene ble også i de fleste tilfeller tilsølt inni når de ble tatt av.

Detaljert skjema for tilsøling av hver enkelt kjeledress er gitt i vedlegg 4.

Tabell 12: Gjennomsnittlig (aritmetisk) tilsølingsgrad i % av forskjellige deler av kjeledress for tilsøling ”totalt” (intensitetscore 1-5) og for ”tydelig” (intensitetscore 3, 4 og 5). Standard avvik er gitt i parentes (SD). Angitt for aktuelle yrkesgrupper og arbeidsoperasjoner,

a) Arbeidsoperasjon turbin demontering.

Yrkes-gruppe	Antall		Arm høyre	Arm venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak	Ekspo. tall
Mekaniker	13	totalt	56 (30,7)	51 (30,2)	35 (31,2)	34 (32,0)	50 (38,4)	52 (40,8)	759,8 (395,3)
		tydelig	6 (13,5)	2 (3,1)	0,9 (1,9)	0,3 (0,8)	10 (23,2)	7 (16,0)	
Automatiker	2	totalt	93 (10,6)	54 (15,5)	50 (16,9)	72 (2,2)	78 (12,0)	86 (7,8)	1151,0 (132,9)
		tydelig	7 (8,7)	12 (7,8)	2 (2,8)	2 (2,2)	17 (16,4)	19 (15,6)	

Forskjellen i eksponeringstall er statistisk signifikant ( $p < 0,05$ ) mellom gruppene mekaniker og automatiker.

b) Turbinskifte oppmontering, prosent av del av kjeledress tilsølt.

Yrkes-gruppe	Antall		Arm høyre	Arm venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak	Ekspo.tall
Mekaniker	5	totalt	63 (34,3)	40 (34,3)	34 (35,4)	38 (38,1)	67 (23,4)	46 (37,9)	763,8 (190,7)
		tydelig	1 (0,7)	0,2(0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	2 (1,6)	2 (1,9)	

c) Arbeidsoperasjon FV-8000 timer, prosent av del av kjeledress tilsølt.

Yrkes-gruppe	Antall		Arm høyre	Arm venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak	Ekspo. tall
Mekaniker	8	totalt	13 (8,2)	9 (7,5)	9 (7,8)	4 (4,8)	17 (13,9)	21 (12,0)	358,3 (148,4)
		tydelig	0,1 (0,3)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)	0,1 (0,3)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	
Automatiker	5	totalt	46 (41,1)	52 (36,0)	38 (32,9)	21 (34,7)	54 (31,7)	17 (9,7)	652,00 (210,7)
		tydelig	2 (0,6)	1 (2,6)	0,04 (0,08)	0,6 (0,9)	3 (4,7)	1 (0,9)	

Forskjellen i eksponeringstall mellom gruppene er statistisk signifikant ( $p < 0,05$ )

d) Arbeidsoperasjon: Bytte av smøreoljefilter, prosent av del av kjeledress tilsølt.

Yrkes- gruppe	Antall		Arm høyre	Arm venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak	Ekspo. tall
Mekaniker	4	totalt	54 (41,4)	30 (23,8)	40 (40,9)	28 (48,4)	48 (35,1)	37 (43,6)	760,5 (240,4)
		tydelig	16 (17,9)	14 (18,9)	3 (4,7)	3 (4,5)	7 (9,1)	6 (9,3)	

e) Arbeidsoperasjon; rengjøring av tank, prosent av del av kjeledress tilsølt

Yrkesgruppe	Antall		Arm høyre	Arm venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak	Ekspo. tall
Industrirensjører	2	Totalt	83 (10,6)	83 (10,6)	60 (0)	70 (28,3)	85 (7,1)	85 (7,1)	2484,0 (33,9)
		tydelig	83 (10,6)	83 (10,6)	60 (0)	70 (28,3)	85 (7,1)	85 (7,1)	

Eksponerings tall for industrirensjørere er statistisk signifikant forskjellig fra de andre yrkesgruppene

Tabell 13: Score (etter Fenske) for de forskjellige arbeidsoperasjonene som er undersøkt: Eksponerings tallet er et uttrykk som vektlegger både intensitet og areal og er vanskelig å konkretisere. For rengjøring av tank hvor all tilsøling er synlig, gjennomtrukket olje vil eksponerings tallet tilsvare ca 80 % tilsølt kjeledress.

Arbeid	Antall	Gjennomsnittlig eksponeringstall	SD
FV-8000t	13	471	223,1
Bytte av smøreoljefilter	4	761	240,5
Turbinskifte oppmontering	5	764	190,7
Turbinskifte demontering	15	812	392,3
Rengjøring av tank	2	2484	33,9

Eksponerings tall for turbinskifte demontering er statistisk signifikant forskjellig fra FV-8000t og rengjøring av tank.

Eksponerings tall for turbinskifte oppmontering er statistisk signifikant forskjellig fra rengjøring av tank.

Eksponerings tall for FV-8000t er statistisk signifikant forskjellig fra turbinskifte demontering og rengjøring av tank.

Eksponeringsdata for bytte av smørefilter er statistisk signifikant forskjellig fra rengjøring av tank.

#### 4.1.2 Kombinasjon av spørreskjema-data og eksponeringsdata

Tabell 14: Gjennomsnittsverdier

Av tabell vedlegg 1 fremgår at turbinmekaniker er eksponert i 164,4 timer pr år. Hvis vi fordeler arbeidsoperasjonene som er angitt å gi mye kontakt med turbinolje på total tid og vurderer dette i forhold til tilsølingsgrad får vi:

64 % angir FV som viktigste kilde til eksponering og vi regner med at 64 % av tiden brukes til dette. Videre regner vi med at 9 % av tiden brukes til turbinskifte og at resten av tiden brukes til andre vedlikeholdsoppgaver. Skifte av smørefilter som er en del av FV, er tatt ut fra FV og behandlet som annet vedlikeholdsarbeid.

Tidsforbruk	Eksponeringsdata	% tydelig tilsøling av kjeledress
105 timer til FV pr år	358	0,15 % av kjeledress
15 timer til turbinskifte pr år	759-764	0,8-5,3 %
44 timer til annet vedlikeholdsarbeid	760*	7,6 %

\*Gir her eksponering tilsvarende skifte av smørefilter. I denne tiden er også skifte av smørefilter i forbindelse med FV medregnet.

Tabell 15: Maksimumsverdier:

Den turbinmekanikeren som rapporterer mest kontakttid med turbinolje angir tilsvarende 482 timer/år. Disse fordeles på samme måten mellom FV, turbinskifte og annet vedlikeholdsarbeid.

Tidsforbruk	Eksponeringsdata	% tydelig tilsøling av kjeledress
306 timer til FV pr år	536	0,3
44 timer til turbinskifte pr år	1030-1854	1,7-42,7
132 timer til annet vedlikeholdsarbeid	1099*	19

\*Gir her eksponering tilsvarende skifte av smørefilter. I denne tiden er også skifte av smørefilter i forbindelse med FV medregnet.

## **5 DISKUSJON**

Denne undersøkelsen har hatt som mål å gi et bilde av eksponering for turbin- og hydraulikkoljer via hud. Risiko for helseskade er ikke vurdert. I prosjektet ble det valgt å bruke hvite kjeledresser av papir for å samle opp olje som ville ha avsatt seg på vanlig arbeidstøy. Dette vil kun vise potensialet for eksponering av hud. Vi vet ikke i hvor stor grad oljene vil kunne trenge igjennom kjeledressen og nå huden, og vi vet ikke hvor mye av det som når huden som igjen opptas gjennom huden. Vi vet heller ikke hvor omfattende hudeksponeringen må være for at en eventuell negativ helseeffekt skal kunne oppstå. Det er derfor vanskelig å vurdere risiko for helseskade på bakgrunn av denne undersøkelsen.

Undersøkelsen er utført på offshoreinstallasjoner der det spesielt de senere årene har vært et sterkt fokus på kjemisk helsefare generelt og turbin- og hydraulikkoljer spesielt. Utvalget av jobber som er undersøkt og antall repetisjoner av måling på hver arbeidsoperasjon er begrenset. Det har vist seg vanskelig å få være tilstede og observere eksponering i situasjoner som oppstår spontant, da tiltak må utføres umiddelbart og det kan ta flere dager å komme seg ut på installasjonen. En annen faktor er at store arbeidsoperasjoner som for eksempel skifte av en turbin, foregår bare hvert 3 år. Det var begrenset hvor mange slike operasjoner som var planlagt i løpet av tiden studien varte.

### **5.1 SPØRRESKJEMA/INTERVJU**

De fleste som ble intervjuet hadde forholdsvis langvarige ansettelsesforhold offshore (tabell 1). Den oljen som flest (15,5 %) rapporterte at de hadde hyppig hudkontakt med var hydraulikkolje. Med hyppig hudkontakt menes her opp til 30 dager/år samt tilsølt hud en gang i blant eller oftere. Hyppig hudkontakt med gir- og generatorolje samt turbinolje ble rapportert av færre personer, henholdsvis 2,8 % og 1,4 % av de spurte (tabell 3).

#### **5.1.1 Turbinolje**

Nesten halvparten av turbinmekanikerne (45 %) angir at de er i kontakt med turbinolje på ett eller annet vis hver tur, en gang i uka (vedlegg 1), noen litt oftere, andre mer sjeldent. Litt under halvparten av disse angir også at de blir tilsølt på huden en gang i blant eller nesten hver gang (tabell 5). Tilsølte områder på huden omfatter hender, håndledd, armer og knær. Hvor lang tid kontakten varer fordeler seg på 45 % fra 0,5 til 4 timer og 36 % over 4 timer. I utvalget finnes også turbinmekanikere som angir at de kun er i kontakt med turbinolje 4 turer pr år, en gang pr tur, men da i over 4 timer. Også halvparten av prosessteknikerne angir kontakt med turbinolje hver tur, en gang i uka, varighet under 4 timer.

Blant de spurte rapporterer 17 % at de i løpet av de siste 5 årene har hatt en eksponering for turbinolje som har vært mer omfattende enn ved vanlig arbeid. Seks prosent angir at det har skjedd mer enn 4 ganger i perioden. Omfanget av denne tilsølingen varierer.

### 5.1.2 Hydraulikkolje

Det er instrumentteknikere, mekanikere og kranførere som angir mest kontakt med hydraulikkoljen; 66,6 % av instrumentteknikerne, 66,6 % av mekanikere boring, 53,9 % av kranførerne og 23,0 % av mekanikerne har kontakt med hydraulikkolje hver tur (vedlegg 3). Mekanikere angir lengre perioder med arbeid (ofte over 4 t) hver gang.

Fra tabell 6 ser vi at hender, armer og knær forholdsvis ofte rapporteres tilsølt av hydraulikkolje. Hvis vi beregner at disse arealene til sammen utgjør 2000cm<sup>2</sup> tilsøling med en tykkelse på oljelaget på 0,01cm, og at hydraulikkoljen maksimalt inneholder 0,5 % fosfater vil tilgjengelig fosfater for absorpsjon bli 0,09g (0,13 mg/kg for en person på 70 kg). Mekaniker boring rapporterer 381 timer pr år (40 dager) med kontakt med hydraulikkolje. Mekaniker innen boring er den yrkesgruppen som klart rapporterer mest kontakt med hydraulikkolje.

Når det gjelder episoder med mer omfattende tilsøling enn vanlig i løpet av de siste 5 årene, er det også episoder med hydraulikkoljer som dominerer. Blant de intervjuede er det 30 % som angir episoder med slik eksponering for hydraulikkoljer i løpet av de siste 5 årene. Hele 22,5 % av de intervjuede angir mer enn 4 episoder i løpet av de siste 5 år.

### 5.1.3 Alle oljene

Fra tabell 5 ser vi at det er forholdsvis få som angir at de er i hudkontakt med oljene hver gang de håndterer dem. Det er angivelsen ”en gang i blant” som dominerer for alle oljetyper. Generelt sett angir mekanikere (vanlige mekanikere og tubinmekanikere) litt mer hudkontakt enn alle sett under ett. Om lag 20 % av mekanikerne angir at de er i hudkontakt med oljene ”nesten hver gang” eller ”en gang i blant” når de håndterer oljer. Den del av huden som hyppigst blir tilsølt er hendene.

Det er en stor del av de spurte som ikke svarer på spørsmålene om de blir tilsølt på hud og klær i sitt vanlige arbeid. Da alle skjema er fylt ut ved intervju, er inntrykket at når det ikke ble skrevet noe i denne rubrikken var det fordi intervjuobjektet ikke syntes spørsmålet var relevant. Hele 65 % av mekanikere svarte ”aldri” eller mente at eventuell tilsøling på hud var uten betydning.

## 5.2 ANALYSE AV KJELEDRESSER

Arbeidsoperasjonen som medførte størst tilsøling var rengjøring av tanker. Dette arbeidet ble utført av et eksternt firma og i dag brukes hel kjemikaliedress under dette arbeidet. Det forventes derfor at tilsøling ikke når huden. Hvis kjemikaliedress ikke benyttes, vil dette arbeidet medføre en hudeksponering som ikke anses å være akseptabel. For våre målinger ble papirdressen båret utenpå kjemikaliedressen.

Da turbinolje har det høyeste innhold av organofosfater ble arbeidsoperasjoner med slik olje prioritert i det videre arbeidet. Av disse arbeidsoperasjonene var det skifte av smøreoljefilter og turbinskitte som hadde det høyeste potensialet for hudeksponering. Fra det begrensede materialet vi hadde kan det synes som om automatikere blir mer tilsølt enn mekanikere ved disse arbeidsoperasjonene. Målingene er gjort på forskjellige installasjoner med forskjellig utstyr så forskjellene kan skyldes andre faktorer enn ulik tittel/arbeidsfunksjon.

Undersøkelsen av kjeledressene viser at armer og bein blir mest tilsølt. Prosentvis del av armer og bein som tilsøles varierer mye. Som nevnt ga tankrengjøring mest tilsøling, fra 60 til 85 % av hele kjeledressen var gjennomtrukket av olje.

Av de resterende arbeidsoperasjonene var det skifte av smøreoljefilter ved forebyggende vedlikehold (FV) av turbin og demontering av turbin (ved turbinskitte) som ga mest tilsøling av armene med henholdsvis 14-15 % ”tydelig” tilsøling ved skifte av smøreoljefilter og 6-11 % ”tydelig” tilsøling ved demontering av turbin. ”Tydelig” tilsøling er olje som enten er synlig i vanlig lys eller kraftig synlig i UV-lys.

”Tydelig” tilsøling av bein var ca. 6 % ved bytte av smøreoljefilter og 7-19 % ved turbin demontering.

Som eksempel på hvor hyppig slike arbeidsoperasjoner utføres kan opplyses om at turbinskitte utføres hvert tredje år for hver turbin, skifte av smøreoljefilter forgår vanligvis ved hvert turbinskitte, ved hver 4000 t FV og ved hver 8000 t FV. Det vil si ca. 3 slike arbeidsoperasjoner pr år pr. mann på GFA og 2 pr. år pr. mann på GFC i tillegg til turbinskitte.

I denne undersøkelsen ble det brukt en UV-lampe med kort (254 nm) og lang (365 nm) bølgelengde i UV-området. Begge de faste bølgelengdene ga god fluorescens med de undersøkte oljene. Fluorescensen er knyttet til de forskjellige tilsetningsstoffene i oljen, sannsynligvis de aromatiske aminene. Responsen vil derfor variere etter hvilke tilsetningsstoffer som finnes i oljen og i hvilke konsentrasjoner disse forekommer i.

Ved å bruke UV-lys kan det lett observeres at olje avsettes på hud. Det er også lett å se at det ikke er lett å vaske oljen av huden. UV-lampe kan brukes i opplæring av arbeidstakere som er i kontakt med disse oljene for å visualisere hvor lett kontaminering av hud og klær kan skje.

I noen tilfeller vil oljene trenge gjennom kjeledressen og forårsake direkte hudeksponering. Dette er spesielt aktuelt ved uforutsette hendelser som hvis man mister et filter fullt av olje i fanget, hvis pakninger går i stykker mens vedlikehold foregår og hvis man må ned på knær for å tørke opp oljen.

Tester med kjeledresser som er i vanlig bruk på installasjonene viser at det kun er oljeflekker som er synlig i vanlig lys, eventuelt flekker som er kraftig synlig i UV-lys, som penetrerer kjeledressen. Synlig olje antas å penetrere kjeldressen i løpet av kort tid.

Tilsøling som kun resulterer i oljeflekker som er middels synlig eller svakt synlig i UV-lys, vil kun forårsake eksponering ved indirekte kontakt ved at kjeledressen tas av og på. Slik

eksponering vil kunne ha betydning for en person som allerede er sensibilisert for allergifremkallende stoffer i oljen f eks aminer.

### **5.3 KOMBINASJON AV SPØRRESKJEMADATA OG RESULTAT FRA KJELEDRESSER**

Ved å ta utgangspunkt i dataene fra spørreskjemaene samt 8,6 turer à 14 dager pr år kan vi prøve å beregne årlig eksponering for organofosfater. En gjennomsnitts turbinmekaniker vil være tilsølt i ca. 5 arbeidsdager med tilsølingsgrad på 8 % av kjeledressen (vedlikehold inkludert bytte av smøreoljefilter), 2 arbeidsdager med mellom 1 til 6 % av kjeledressen (turbin oppmontering og demontering) og 10 arbeidsdager med 0,15 % tilsøling av kjeledress (FV) i løpet av et år. Tilsølingen er såpass tydelig at den har mulighet for å trenge igjennom arbeidstøy. Det må antas at alle disse dagene gir tilsøling også på hender.

Hvis vi regner på hvor mye organofosfat (for eksempel 3 % i oljen) som er tilgjengelig for opptak, vil det bli 0,3g (4,2 mg/kg) tilgjengelig i 5 dager, 0,22g (3,1mg/kg) i 1,5 dager og 0,008g (0,1 mg/kg) i 10 dager. Dette er beregnet ut fra et hudareal på 14560cm<sup>2</sup> og en tykkelse på oljelaget på 0,01cm, 3 % organofosfat og en kroppsvekt på 70 kg.

I og med at ingen er gjennomsnittspersoner er også tilsølingsgraden beregnet for den som rapporterer mest kontakttid, og dette er kombinert med den mest tilsølte kjeledress fra aktuell arbeidsoperasjon. Dette gir 13 dager med en tilsølingsgrad på 19 % av kjeledress (vedlikehold inkludert bytte av smøreoljefilter), 4 dager med tilsølingsgrad mellom 2 til 43 % av kjeledress (turbin oppmontering og demontering) og 30 dager med tilsølingsgrad 0,3 % av kjeledressen(FV). I dette tilfelle må det regnes med at hendene stort sett er tilsølt hele dagen. Dette er imidlertid en teoretisk absolutt verst mulig situasjon.

Hvis vi regner på hvor mye organofosfat (3 % i oljen) som er tilgjengelig for opptak i dette tilfellet, vil det bli 0,75g (10,6 mg/kg) tilgjengelig i 13 dager, 1,69g (4,5mg/kg) i 4,5 dager og 0,012g (0,2 mg/kg) i 30,5 dager. Alt beregnet pr år.

Fra ESIS (European Chemical Substances Information System) finnes IUCLID chemical data sheet for den isopropylerte fosfateren (CAS-nr: 68937-41-7). I denne rapporten er laveste NOEL 20 mg/kg/dag i 90 dager (peroralt). Ved 90 mg/(kg og dag) i 90 dager var det tegn på nevrologiske skader på forsøksdyrene (høner)(Roberts 1986 i ESIS 2005).

En annen studie angir at 50 mg/kg avsatt på huden 5 dager/uke i 4 mnd ikke ga tegn til nevrotoksisitet hos høner (Cascieri 1977 i ESIS 2005).

Beregnete verdier for hvor mye stoff som er tilgjengelig for potensiell hudkontakt ligger også for den verst mulig situasjonen under denne NOEL.



Bakgrunnen for undersøkelsen var mulig opptak av organofosfater fra turbinoljer. Fokus på organofosfater i oljer skyldes at enkelte organofosfater kan gi nevrologiske effekter. En annen risiko for helseskade ved hudkontakt med disse oljene vil etter vår mening være knyttet til aminer som kan forårsake allergi. Det er vanskelig å sette en grense for hvor stor eksponering som anses forsvarlig, da det ikke finnes data som angir hvilken eksponering som kan representere helseskade. Undersøkelsen viste at hudkontakt var begrenset, men ved alle undersøkte arbeidsoperasjoner var det umulig å unngå eksponering helt. Selv om tynne nitrilhansker ble brukt ved arbeid med oljene viste det seg at når hanskene tas av vil huden kontamineres med olje.

## **6 LITTERATUR**

Fenske RA: (1988) Visual scoring system for fluorescent tracer evaluation of dermal exposure to pesticides. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 41:727-736

Roberts NL: Subchronic (90 day) neurotoxicity of C8096-126-1 phosphate ester to the domestic hen. Study number I83-712. Huntington Research Center, October 1986.

I ESIS; <http://erb.jrc.it/IUCLID-Data-Sheet/68937417.pdf>

Craig PH and Barth ML: Evaluation of the hazards of industrial exposure to tricresyl phosphate: A review and interpretation of the literature.

J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 1999 Oct-Dec; 2(4):281-300.

Harper M: Assessing workplace chemical exposures: The role of exposure monitoring.

J Environ Monit. 2004 May; 6(5):404-12.

Semple: (2004) Dermal exposure to chemicals in the workplace: Just how important is skin absorption? Occup Environ Med. 2004 Apr; 61(4):376-82.

## 7 VEDLEGG

Vedlegg 1.

Turbinolje: Andel personer (%) av forskjellige yrkesgrupper som angir hvor ofte og hvor lenge de er i kontakt med turbinoljer i vanlig arbeid.

		<1/2 t	½-4t	>4t
Hver tur				
	Hver dag			
	Prosesstekniker	5,5		
	Annen hver dag			
	Turbinmekaniker		9,0	9,0
	Prosesstekniker		5,5	
	En gang i uka			
	Turbinmekaniker		27,0	18,0
	Prosesstekniker	11,1	38,9	
	Mekaniker			5,9
	Andre		4,0	
	En gang pr tur			
	prosesstekniker	5,5		
Annen hver tur				
	Hver dag			
	Turbinmekaniker		9,0	
	En gang i uka			
	Prosesstekniker	5,5		
	Mekaniker			5,9
	Andre		4,0	
4 turer pr år				
	en gang pr tur			
	Turbinmekaniker			9,0
2 turer pr år				
	en gang pr tur			
	Mekaniker			11,8
En tur pr år				
	Hver dag			
	Mekaniker			5,9
	En gang pr tur			
	Prosesstekniker	5,5		5,5
	Andre			4,0

**Vedlegg 2:**

Gir/generatorolje: Andel personer (%) av forskjellige yrkesgrupper som angir hvor ofte og hvor lenge de er i kontakt med gir/generatorolje (Turbway32-46) i vanlig arbeid.

		<1/2 t	1/2-4t	>4t
Hver tur				
	Hver dag			
	Prosesstekniker		5,5	
	Annen hver dag			
	Turbinmekaniker		9	9
	Prosesstekniker	10,1	5,5	
	Kranfører		7,7	
	En gang i uka			
	Turbinmekaniker		9	9
	Prosesstekniker	5,5	22	
	Mekaniker			5,9
	Andre		8,3	
Annen hver tur				
	Annen hver dag			
	Mekaniker			5,9
	En gang i uka			
	Andre		8,3	8,3
	En gang pr tur			
	Turbinmekaniker		9,0	
	Mekaniker		5,9	
4 turer pr år				
	en gang i uka			
	Mekaniker		5,9	
2 turer pr år				
	annen hver dag			
	Turbinmekaniker			9,0
En tur pr år				
	En gang pr tur			
	Andre			8,3

**Vedlegg 3:**

Hydraulikkolje: Andel personer (%) av forskjellige yrkesgrupper som angir hvor ofte og hvor lenge de er i kontakt med hydraulikkolje (HydraWay, div. kvaliteter) i vanlig arbeid.

	<1/2 t	1/2-4t	>4t
Hver tur			
Hver dag			
Mekaniker-boring		33,3	
Annen hver dag			
Turbinmekaniker		9,0	
Mekaniker		5,9	5,9
Instrumenttekniker	33,3		
Kranfører	15,4	7,7	
Mekaniker-boring			33,3
En gang i uka			
instrumenttekniker		33,3	
kranfører	15,4	15,4	
mekaniker			5,9
En gang pr tur			
mekaniker		5,9	
Annen hver tur			
Annen hver dag			
mekaniker			5,9
mekaniker boring		16,6	16,6
en gang i uka			
mekaniker	5,9		11,8
prosesstekniker	5,5		
4 turer pr år			
hver dag			
prosesstekniker	5,5		
En tur pr år			
Annen hver dag			
Turbinmekaniker			9,0

**Vedlegg 4:**

Graden av eksponering i % av kroppsdel og intensitet av eksponering. Eksponering er på papirkjeledresser som er brukt under skifte av turbin på Åsgard B. Benyttet olje var Turbonycoil 610. Turbinpakke Dresser-Rand.

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Mekaniker1 klargjøring til demontering	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>					5%	
	<i>Middels UV</i>	50%	50%	20%	10%	50%	30%
	<i>Svak UV</i>	25%	25%	55%	55%	20%	45%
Mekaniker 1 demontering	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	0,6%			0,2%		0,4%
	<i>Svak UV</i>	60%	60%			11%	
Mekaniker 2 klargjøring til demontering	<i>Synlig</i>	0,15%	0,1%	0,05%		3%h-0,4%v	0,1%
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	20%		10%	0,2%	0,4% h-1,2%v	0,4%
	<i>Svak UV</i>		10%				
Mekaniker 2 demontering	<i>Synlig</i>	0,1%	0,05%				
	<i>Tydelig UV</i>					0,5%v	
	<i>Middels UV</i>			0,1%		2,4%h	
	<i>Svak UV</i>					5,2%v	0,4%
Mekaniker opp- montering	<i>Synlig</i>	1,6%	0,2%			3%h-0,4%v	0,5%
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	20%	5%	0,2%		50%	20%
	<i>Svak UV</i>						

## Turbinskifte, installasjon av GFC turbinpakke Kværner:

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Mekaniker stående	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>		1%		0,3%	0,1%	
	<i>Middels UV</i>		1%	0,1%	0,5%	10%	3%
	<i>Svak UV</i>	14%	11%	6%	20%	58%	60%
Mekaniker sittende	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	1%				3%	3%
	<i>Middels UV</i>	8%		8%	20%	16%	16%
	<i>Svak UV</i>	60%	30%	37%	55%	60%	60%
Automatiker sittende	<i>Synlig</i>	0,5%			0,1%	2%+2%vått	5%
	<i>Tydelig UV</i>	0,1%	6%		3%	1%	3%
	<i>Middels UV</i>	4%	8%	2%	10%	6%	13%
	<i>Svak UV</i>	80%	50%	60%	60%	75%	70%
Mekaniker frakobling av retur smøreolje	<i>Synlig</i>	10%+30%våt		5%		50%+10%vått	30%+8%vått
	<i>Tydelig UV</i>	5%	4%	2%	3%	25%	20%
	<i>Middels UV</i>	13%	4%	7%	25%	7%	20%
	<i>Svak UV</i>	20%	80%	50%	50%	7%	20%
Mekaniker utløft av HP-del	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	4%	0,5%	2%	0,2%	14%	7%
	<i>Middels UV</i>	2%	3%	14%	5%	19%	23%
	<i>Svak UV</i>	80%	65%	10%	30%		60%
Mekaniker2 utløft av HP-del	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>		1%			2%	7%
	<i>Middels UV</i>	13%	4%	8%		50%	21%
	<i>Svak UV</i>	30%	50%	15%	0,1%	38%	60%
Mekaniker3 utløft av HP-del	<i>Synlig</i>						3%
	<i>Tydelig UV</i>	25%	11%	2%		20%	15%
	<i>Middels UV</i>	50%	17%	40%	7%	30%	1%
	<i>Svak UV</i>	25%	60%	50%	72%	40%	80%
Automatiker mye sitting-knær	<i>Synlig</i>		17%			28%	20%
	<i>Tydelig UV</i>	13%		4%		0,2%	10%
	<i>Middels UV</i>	2%	10%	14%		11%	30%
	<i>Svak UV</i>	85%	15%	20%	70%	30%	20%
Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Mekaniker montering	<i>Synlig</i>						

	<i>Tydelig UV</i>	1%	1%			1%	0,2%
	<i>Middels UV</i>	48%	22%	80%	4%	23%	7%
	<i>Svak UV</i>	30%	30%	5%	25%	35%	10%
Mekaniker montering	<i>Synlig</i>					2%	2%
	<i>Tydelig UV</i>					2%	1%
	<i>Middels UV</i>	50%	35%	20%	10%	70%	60%
	<i>Svak UV</i>	50%	15%	10%	20%	25%	20%
Mekaniker montering	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	1%				1%	5%
	<i>Middels UV</i>	20%		1%		20%	6%
	<i>Svak UV</i>	10%	5%	2%	2%	20%	7%
Mekaniker montering	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	2%		1%	1%	0,5%	2%
	<i>Middels UV</i>	40%	35%	10%	6%	30%	50%
	<i>Svak UV</i>	40%	50%	40%	85%	50%	40%

Graden av eksponering i % av kroppsdeler og intensitet av eksponering. Eksponering er på papirkjeledresser som er brukt under overhaling av turbin på verksted. Benyttet olje var Mobil Jet Oil II.

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Person1	<i>Synlig</i>	0,4	0,2			0,2h	
	<i>Tydelig UV</i>	0,9					
	<i>Middels UV</i>	70	5	0,15	3,0	0,4h 0,05v	
	<i>Svak UV</i>		25	15,5	5		3h 0,16v
Person2	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	0,4	0,9	0,5		0,3h 0,8v	0,25
	<i>Middels UV</i>	15	2,5	20		5,5h 1,6v	50
	<i>Svak UV</i>	70	65	30	20	75	
Person3	<i>Synlig</i>	0,4	0,13	0,13		0,7h	
	<i>Tydelig UV</i>	0,55	0,5				0,3
	<i>Middels UV</i>	40	40	1,4	0,5	1h 0,7v	0,4
	<i>Svak UV</i>	30	30	20	20	20	20



Graden av eksponering i % av kroppsdel og intensitet av eksponering. Eksponering er på papirkjeledresser som er brukt under rengjøring av oljetank på M30 Heidrun. TurbWay 32 er ikke tydelig i UV-lys. Tilsølingen var så tydelig at UV-lys ikke hadde noen hensikt.

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Person1	<i>Synlig gjennomtrukket</i>	25%	25%	15%	60%	40%	40%
	<i>Synlig</i>	50%	50%	45%	30%	40%	50%
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>						
	<i>Svak UV</i>						
Person2	<i>Synlig gjennomtrukket</i>	45%	45%	50%	25%	80%	60%
	<i>Synlig</i>	45%	45%	10%	25%	10%	20%
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>						
	<i>Svak UV</i>						

Kjeledress etter "søndagsrengjøring" i turbinhood på Heidrun.

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Person1	<i>Synlig</i>	6%	21%	4%	3%	9%	6%
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>						
	<i>Svak UV</i>						
Person2	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>						
	<i>Svak UV</i>						
Person3	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>						
	<i>Svak UV</i>						

FV 8000 timer; generell inspeksjon i turbin. Boroskopering, entring av eksoskanal, sjekking av screen.

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Generell inspeksjon	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	3%	3%	14%		1%	10%
	<i>Svak UV</i>	22%	4%	1%	1%	17%	18%
Generell inspek. Entering av eksoskanal	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>				1%		
	<i>Middels UV</i>	7%		7%	3%	4%	3%
	<i>Svak UV</i>	12%	20%	6%	9%	4%	11%
Sjekking av screen	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						1%
	<i>Middels UV</i>	2%	7%	5%	1%	6%	21%
	<i>Svak UV</i>	20%	13%	2%	3%	39%	13%
boroskoperin	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	1%				1%	
	<i>Middels UV</i>	6%	5%	20%		12%	23%
	<i>Svak UV</i>	6%	6%	3%		15%	16%
Generell inspeksjon	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	1%					
	<i>Svak UV</i>	6%				3%	2%
Boroskopering	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	1%		0,3%		3%	6%
	<i>Svak UV</i>	2%	2%	3%	9%	5%	15%
Bytte av filter under turbin	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	0,1%	0,6%	0,8%		0,5%	0,5%
	<i>Middels UV</i>	0,3%	0,1%	0,3%		1%	3%
	<i>Svak UV</i>	14%	6%	4%	0,6%	14%	12%
Instrumenttekniker FV 8000t	<i>Synlig</i>	1%		0,05%	0,02%		0,05%
	<i>Tydelig UV</i>	0,1%	0,1%	0,1%	0,02%	0,1%	
	<i>Middels UV</i>	3%	1%	0,5%		1%	1%
	<i>Svak UV</i>	1%	25%	3%	1%	19%	16%
Utvendig inspeksjon av turbin	<i>Synlig</i>						

	<i>Tydelig UV</i>		0,3%		0,1%	0,2%	0,1%
	<i>Middels UV</i>	1%	0,2%		1%	1%	6%
	<i>Svak UV</i>	3%	5%	2%	1%	6%	19%
<b>E&amp;A-FV turbin</b>	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	1,5%				1%	2%
	<i>Middels UV</i>	1%	8%	1%		12%	2%
	<i>Svak UV</i>	11%	52%	25%	4%	80%	30%
<b>E&amp;A-FV turbin</b>	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	2%	0,5%		1%	1%	1%
	<i>Middels UV</i>	0,5%	22%	30%	9%	65%	6%
	<i>Svak UV</i>	30%	18%	45%	2%	15%	4%
<b>E&amp;A-FV turbin</b>	<i>Synlig</i>	0,5%					
	<i>Tydelig UV</i>						
	<i>Middels UV</i>	45%	2%	4%	3%	5%	5%
	<i>Svak UV</i>	45%	75%	10%		305	6%
<b>E&amp;A-FV turbin</b>	<i>Synlig</i>	1%			1%		
	<i>Tydelig UV</i>	2%	6%		1%	11%	
	<i>Middels UV</i>	30%	35%		50%	5%	7%
	<i>Svak UV</i>	56%	50%	70%	30%	25%	6%

## Bytte av smøreoljefilter

Arbeid	Type ekspo	Arm-høyre	Arm-venstre	Bole foran	Bole bak	Bein foran	Bein bak
Innstill1	<i>Synlig</i>	2%	0,1%	1%	2%		
	<i>Tydelig UV</i>	1%	0,1%	1%		0,1%	0,1%
	<i>Middels UV</i>	3%	4%	0,2%		4%	0,5%
	<i>Svak UV</i>	2%	5%	9%	1%	23%	3%
Innstill1	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	7%	7%			2%	0,5%
	<i>Middels UV</i>	18%	6%	30%		21%	0,5%
	<i>Svak UV</i>	7%	4%			5%	12%
Innstill2	<i>Synlig</i>						
	<i>Tydelig UV</i>	42%	7%		1%	4%	4%
	<i>Middels UV</i>	11%	4%	8%	1%	6%	13%
	<i>Svak UV</i>	22%	20%	10%	5%	15%	15%
Innstill2	<i>Synlig</i>		40%				
	<i>Tydelig UV</i>	10%	2%	10%	10%	20%	20%
	<i>Middels UV</i>	70%	1%	10%	60%	50%	50%
	<i>Svak UV</i>	20%	20%	80%	30%	30%	30%

Eksponeringscore etter Fenske. Resultatet er angitt som samlet, vektet score for hver papirkjeledress.

	Turbinsifte offshore, nedmontering	Turbinsifte land, nedmontering	Skifte av oljefilter	8000 FV- Generell inspeksjon. Entring av eksoskanal og boroskopering	Rengjøring av oljetank
1	798	536	571(k)	287	2460
2	561	835	609(ah)	339	2508
3	373	897	1099(ah)	422	
4	224		763	87	
	697(ah)			498	
	1037(ah)			249	
	548(ah)			536	
	1854(ah)			764	
	1245(ah)			448	
				823(e&a)	
	Turbinsifte offshore-oppmontering			436(e&a) 827(e&a) 410(e&a)	
	644				
	761(ah)				
	1030(ah)				
	534(ah)				
	769(ah)				
	1057(ah)				
	749(ah)				
	850(ah)				

**SINTEF Energiforskning AS**  
Adresse: 7465 Trondheim  
Telefon: 73 59 72 00

**SINTEF Energy Research**  
Address: NO 7465 Trondheim  
Phone: + 47 73 59 72 00