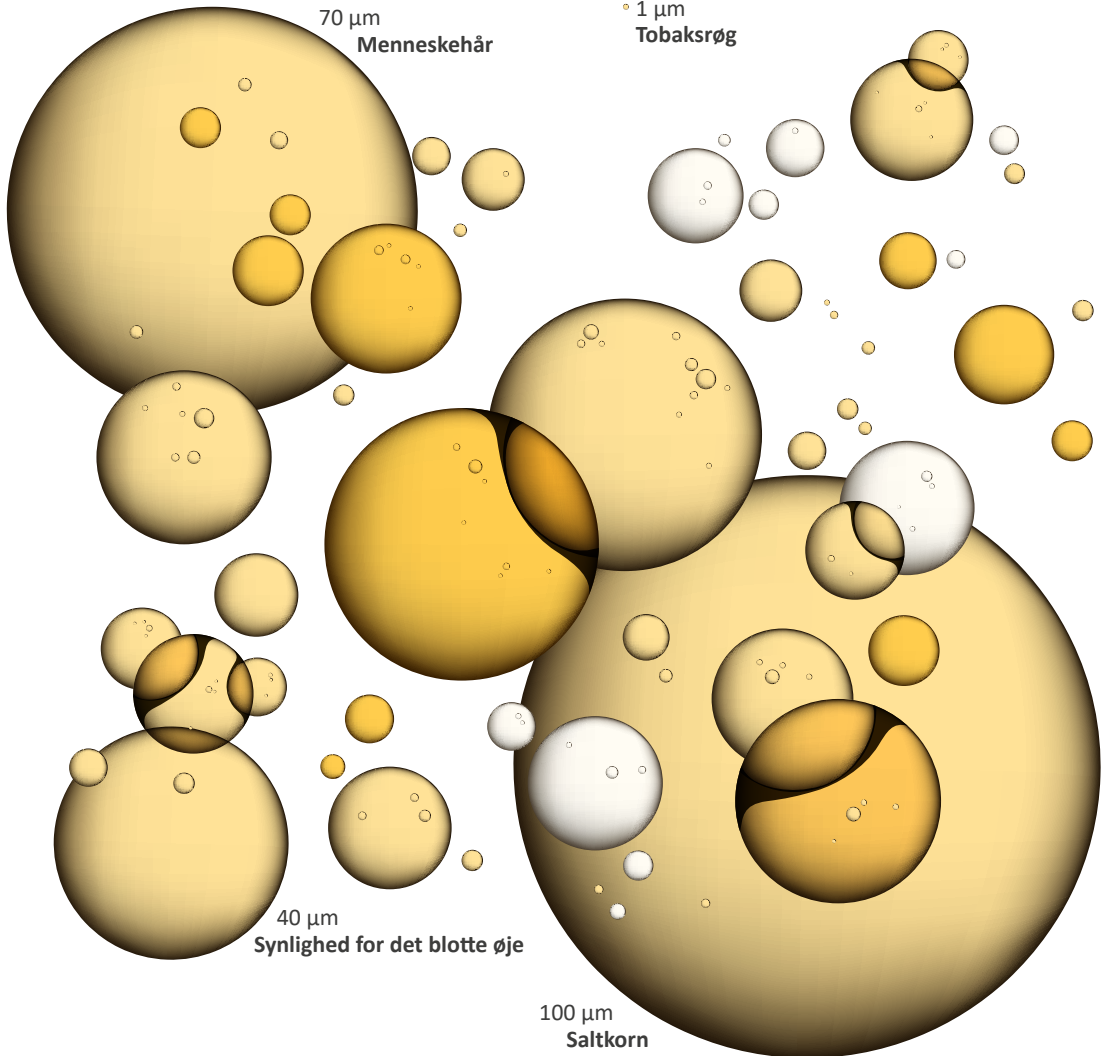




Guide til Ren Olie

Vigtigheden af olievedligeholdelse



Clean Oil Guide (DK)

© 2019 C.C.JENSEN A/S

Ver. 011 | 10.2019

Dansk version

Udgivet af:

C.C.JENSEN A/S

Svendborg, Danmark

Kilder:

Noria Corporation Inc.

Lars Arvidsson: "Chemistry in electrical apparatuses"

Västerås PetroleumKemi AB

MP Filtri

C.C.JENSEN A/S, Afdeling for Kurser og Uddannelse

C.C.JENSEN A/S, laboratoriet

Revision og layout:

C.C.JENSEN A/S, Afdeling for Marketing

Svendborg, Danmark

Tryk:

Tryk Team

Svendborg, Danmark

Indledning

Vedligeholdelse er langt den største enkeltstående udgiftspost, der kan kontrolleres, på et produktionsanlæg. Da helt op til 80 % af alle maskinefejl skyldes forurening i olie, sparer proaktive metoder industrien for betydelige omkostninger hvert år.

Denne brochure indeholder en kort introduktion til problemer med utilstrækkelig olierenhed, årsager hertil og afhjælpning af problemerne. Alle oplysninger heri er almindelig kendt og accepteret viden. Oplysninger er indsamlet og offentliggjort af ansatte i virksomheden C.C.JENSEN A/S. Vi opfordrer dig til at udnytte de erfaringer, vi har indsamlet gennem de sidste 67 år inden for olievedligeholdelse i forskellige typer af anvendelsesformål. Det perfekte olierensningsystem kontrollerer niveauet af alle former for forurening.

For yderligere information anbefaler vi at besøge www.cjc.dk.



Indholdsfortegnelse

| Side | Kapitel | Side | Kapitel |
|------|--|------|--|
| 3 | Indledning | 28 | Induktivt forbundet plasma (ICP) |
| 5 | Indholdsfortegnelse | 28 | Roterende diskelektrode (RDE) |
| 7 | 1 Kontrol af olieforurening | 29 | Analyseløgbog |
| 7 | Slitage i oliesystemer | 30 | Test af oxidationsrester |
| 8 | Partikelforurening | 30 | Farvemåling for membranpatch (MPC) |
| 10 | Vandforurening | 30 | Fouriertransformeret infrarød spektroskopi (FTIR). |
| 11 | Opløst vand | 31 | Ultracentrifugetest (UC) |
| 11 | Emulgeret vand | 32 | 4 Olierensningsmetoder |
| 11 | Frit vand | 32 | Filtertyper |
| 13 | Olienedbrydning | 34 | Glasfiberbaseret trykfilter |
| 14 | Syreforurening | 35 | Cellulosebaseret offline filter |
| 15 | 2 Prøveudtagning af olie | 36 | 5 Definitioner af filtrering |
| 15 | Hvor olieprøver skal tages | 36 | Nominel filtrering |
| 16 | Sådan skal olieprøver tages | 36 | Absolut filtrering |
| 19 | 3 Analyserapporter | 36 | Betaværdier |
| 19 | En god olieanalyserapport skal | 37 | Snavskapacitet |
| 19 | besvare de vigtigste spørgsmål | 37 | Omløbsventil i filtre |
| 19 | Som minimum skal en olieanalyse | 38 | 6 Installationsmetoder |
| 20 | indeholde | 38 | Filtrering med fuld gennemstrømning (inline) |
| 20 | Analysemetoder og -frekvenser | 38 | Offline filtrering |
| 21 | Viskositet | 40 | 7 Økonomi |
| 21 | Absolut/dynamisk viskositet | 41 | 8 Bestilling af et filtreringssystem |
| 21 | Kinematisk viskositet | 41 | Dimensionering af offline oliefilter |
| 22 | Partikeltælling | 42 | 9 CJC® Olievedligeholdelsessystemer |
| 22 | Automatisk partikeltælling (ISO 11500) | 43 | 10 Håndtering af olie og oliesystemer |
| 22 | Manuel partikeltælling (ISO 4407) | 43 | Ny olie i beholdere |
| 23 | ISO-klassificeringstabel | 43 | Olie i systemet |
| 24 | AS-/NAS-klasser | 44 | 11 Anbefalinger til køb af olie |
| 25 | Evaluering af partikeltælling og maskinens levetid | 44 | Testcertifikater og testprøveudtagning |
| 26 | Fugtighedsniveau | 44 | Krav |
| 26 | Karl Fisher | 45 | Prøveudtagning af ny olie |
| 27 | Syretal og basetal | 46 | 12 Bilag |
| 28 | Elementanalyse | 47 | 13 Indeks |
| 28 | Atomemissionsspektroskopi (AES) | | |

Kontrol af olieforurening

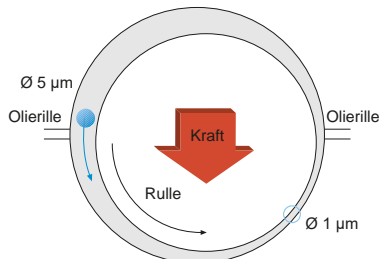
Den bedste måde at kontrollere olieforurening på er at forhindre forurening i overhovedet at trænge ind i systemet fra start. Dette omfatter, at det skal sikres, at alle maskindele er rene, når de installeres, og at alle oliesystemer skylles grundigt igennem før ibrugtagning. Endvidere skal oliesystemet være så godt forsegleet fra det omgivende miljø som muligt med intakte forseglinger og pakninger samt tankåndefiltre af høj kvalitet, herunder til tilbageholdelse af små partikler og fugt (silicagel tørremidler og/eller udluftningsfiltre af blæretypen).

Olien skal forhåndsfiltreres, før den kommer i kontakt med maskindele, og helst gennem kontinuerlig filtrering i smørummet/opbevaringsområdet eller som minimum ved overførsel til maskinerne i drift.

God kontrol af olieforureningen omfatter også vedligeholdelsesprocedurer for påfyldning af olie, udskiftning af dele, udtagning af olieprøver osv.

Slitage i oliesystemer

Maskiner, der anvender olie til kraftoverføring, smøring eller forbrænding, påvirkes af oliens tilstand. Olien kommer i kontakt med alle komponenter i systemet og har stor betydning, ligesom blod har stor betydning for menneskekroppen.



Figur 1: Smøring af et radialleje
Kilde: Västerås PetroleumKemi AB

Partikelforurening

Faste partikler står for størstedelen af alle fejl i et oliesystem. De mest skadelige partikler er på størrelse med eller en smule større end den dynamiske tolerance mellem de bevægelige dele i oliesystemet (*figur 1, side 7*).

De dynamiske tolerancer i et oliesystem er yderst fintfølede. Figur 2 viser den mindste tolerance, der findes for forskellige typer af komponenter.

| Dynamisk oliefilm | |
|-----------------------------------|---|
| Komponent | Tykkelse af oliefilm i micron (μm) |
| Radial-, glide- og bøsninger | 0,5-100 |
| Hydrauliske cylindre | 5-50 |
| Motorer, stempelringe/cylinder | 0,3-7 |
| Servo- og proportional ventiler | 1-3 |
| Gearpumper | 0,5-5 |
| Stempelpumper | 0,5-5 |
| Rullende elementlejer/kuglelejer | 0,1-3 |
| Gear | 0,1-1 |
| Dynamiske læbe- og akseltætninger | 0,05-0,5 |

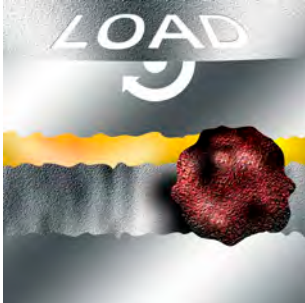
Figur 2: Dynamisk oliefilm

Kilde: Noria Corporation

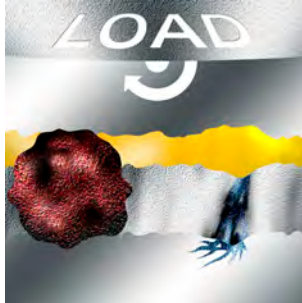
1 μm = 1/1000 mm eller samme størrelse som tobaksrøg.

Hvis små slibende partikler såsom sand og støv trænger ind i oliesystemet, driver de med olien ind i vigtige maskindele og kiler sig fast i de små frirum. Dette skaber små mikrorevner, der starter i overfladen på f.eks. et kugleleje. Belastnings- og stresscyklusser medfører en spredning af revner under overfladen, hvilket fører til nedbrydning af metallet og frigiver store afskalninger (*figur 3, side 9*).

1. Fanget partikel



2. Revner påbegyndt



3. Belastnings- og stressrevne spredes



4. Overfladefejl + skabte partikler



Figur 3: Slid

Meget store mængder partikler stresser additivpakken i olien. Polære additiver som anti-slid, rens- og dispergeringsadditiver kan blive nedbrudt, hvis partikelforureningen ikke er under kontrol.

Hvor ren olien skal være i forhold til partikelforurening afhænger af, hvor følsomme maskindelene er, og hvor store konsekvenserne ved en fejl er, f.eks. omkostninger til reservedele, omkostninger ved nedetid, sikkerhedsansvar mv.

Anbefalinger til målretning af den påkrævede olierenhed, se side 25.

Vandforurening

Vand er årsagen til en stor del af alle mekaniske svigt. I nogle stærkt vandforurenede oliesystemer, såsom i papirindustrien, er vand den primære årsag til svigtende komponenter.

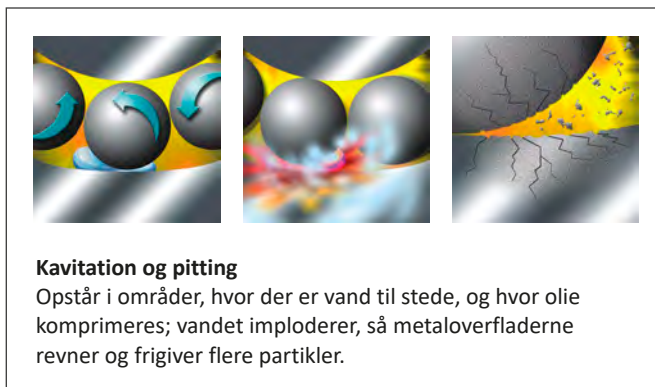
Vand reducerer oliens smøreegenskaber som følge af vandets lavere viskositet og dårlige belastningskapacitet. Når vand udsættes for de høje tryk, der findes i belastningsområder, såsom lejer og gear, kolliderer vanddråberne (imploderer). De derved opståede mikrostråler skaber mikro-revner (pitting) i metaloverflader og kan endda medføre metal-mod-metal-kontakt, når vanddamp kortvarigt fortrænger olien.

Frie hydrogenioner i vandet kan forværre situationen yderligere, da de migrerer ind i maskindele, hvor de gør stålet skørt og mere udsat for revnedannelse.

Vand resulterer også i korrosion og nedbrydning, samt kan udvaske olieadditiverne.

Endvidere fungerer vand som katalysator for olienedbrydning, hvilket øger oliens tendens til at oxidere og danne harpiks og slam.

Figur 4: Kavitation og grubedannelse



Vand forekommer i olie som:

- **Opløst vand:**
Vandmolekyler fordelt enkeltvis i olien – som fugtighed i luften.
- **Emulgeret vand:**
Mikroskopiske kugler af vand, der er fordelt i stabil opslæmning i olien – som tåge i luften.
- **Frit vand:**
Vand, der umiddelbart bundfælder sig i tanken/sumpen – som regn.

Vandets tilstande i olien veksler afhængigt af baseolietypen, additiver, tryk og temperatur. Når vandets tilstand skifter fra emulsioner til frit vand, har vi passeret den **100 procent relative luftfugtighed (100 % RH)**, som olien er i stand til at rumme ved en bestemt temperatur og et bestemt tryk (afhængigt af olietypen ned til 60 % RH).

En mineralsk baseret hydraulikolie vil typisk have et mætningspunkt (100 % RH) på omkring 150 ppm vand i olien ved 20 °C. Den samme olie kan imidlertid opløse op til 500 ppm vand ved 60 °C – stadig ved 100 procent relativ luftfugtighed. Derfor kan 50 % RH svare til omkring 250 ppm ved 60 °C.

Andre olietyper kan have helt andre mætningspunkter, hvor SAE-motorolier ligger højest og kan rumme op til nogle få tusinde ppm vand i opløsning. Derudover danner SAE-motorolier primært emulsioner af vand og frigiver sjældent vand.

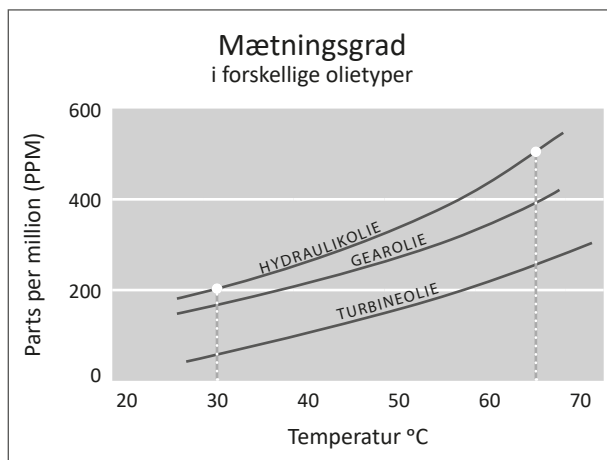
1 Kontrol af olieforurening

Selv vand i opløsning kan imidlertid beskadige både olien og maskinkomponenter, så der bør træffes alle rimelige forholdsregler for at holde vandniveauerne i olier så lave som muligt. Det anbefales at holde vandniveauet under 60 % af mætningsniveauerne i alle maskiner.

Fjernelse af vand kan forlænge levetiden på lejer, pumper, ventiler, indsprøjtningdyser osv. (se figur 29 i appendikset, side 46).

Desværre angiver mange olieanalyserapporter meget unøjagtigt vandindholdet som " $<0,1\%$ ", hvilket betyder mindre end 1.000 ppm. Hvis du vil kende det samlede vandindhold, skal du bede om en Karl Fisher-titreringstest, se mere på side 26.

Vand bør ikke forekomme som emulgeret eller frit vand i olie



Figur 5:
Mætningsniveauer i forskellige olietyper, kilde: MP Filtri

Eksempler:

Hydraulikolie @ 30 °C = 200 PPM = 100 % mætning

Hydraulikolie @ 65 °C = 500 PPM = 100 % mætning

Olienedbrydning

Oxidering Slam Harpiks

Olienedbrydningsprodukter eller bløde forureningskilder er et udbredt problem inden for de fleste industriområder. De er forløbere for aflejringer, der ofte kaldes harpiks, og som er kendt for at skabe problemer i både hydraulik- og smøreoliesystemer. Når olie nedbrydes som følge af forhøjede temperaturer, vandforurening eller kemisk forurening, såsom kobber, ændres oliens sammensætning og funktionelle egenskaber, hvilket medfører dannelsen af følgende produkter:

- Syre i olie
- Polymeriserede blandinger, der opløses i varm olie (såkaldt slam eller oxidationsrester)
- Harpiks, der bundfældes som aflejringer på koldere maskindele

Olienedbrydningsprodukter danner et klistret lag på metaloverflader og kan let blokere små tolerancer, hvilket f.eks. får servo- eller proportional ventiler til at standse. Hårde partikler i alle størrelser kan sidde fast i det klistrede lag, hvilket skaber en sandpapirslignende slibeoverflade, der øger sliddet på maskinen betydeligt.

Yderligere konsekvenser af harpiks kan være ineffektive olieklølere, tilstoppede oliepassager eller trykfiltere, dårlig smøring af lejer mv.

Figur 6:
Harpiks på
ventilløfter



Hvorvidt olienedbrydningsprodukter forårsager problemer i et specifikt oliesystem, afhænger af, hvor følsomme maskindelenene er.

Slam og harpiks kan fjernes fra olie - se det separate afsnit "Olierensningsmetoder" på side 32.

1 Kontrol af olieforurening

Syreforurening

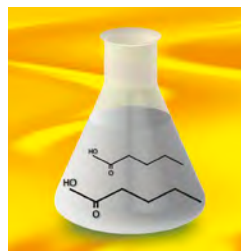
Syre kan findes i olie som biprodukter til olienedbrydning, forbrænding af gas eller brændstof, hydrolyse af esterbaserede væsker mv. Mængden af syre i olien bør begrænses, da syre, blot for at nævne et par uønskede virkninger, kan forårsage kemisk korrosion af maskindele og forkorte oliens levetid.

Syretallet, der også kaldes AN eller TAN, måles ved titrering med en stærk base/alkaline og angives i mængden af kaliumhydroxid i antal milligram, der kræves for at neutralisere syren i ét gram olie (mg KOH/g). *Se mere på side 27.*

Syretallet må ikke stige mere end +0,5 AN højere end den nye olie, og hvis +1 AN registreres, kræver dette øjeblikkelig handling (f.eks. hvis ny olie har 0,5 AN, er 1,0 AN en alarm, og 1,5 AN er en alarmværdi).

Syre kan neutraliseres eller fjernes fra olie på forskellige måder. Den åbenlyse metode er at anvende oliens alkalinitet til at neutralisere udefrakommende syre. Dette gøres i gas og dieselmotorsmøreolie, der anvender høje basetal (BN eller TBN). Tømmefingerreglen er at udskifte smøreolien, hvis BN falder til under 30 % af den nye smøreolies værdi.

Syre dannet ved hydrolyse i esterbaserede væsker (HFD hydraulik og HEES bio-væsker), der anvendes i eksempelvis turbinestyresystemer, kan forårsage store skader. Syretal, der er tyve gange højere end den nye olie, hvilket er set før, kan medføre alvorlig syrekorrosion af systemkomponenter. I sådanne væsker kan syretallet sænkes og fastholdes ved at anvende en neutraliserende katalysator, såsom en ionbytende harpiks, Fullers jord eller aluminiumoxider. C.C.JENSEN har disse ionbytningsmedier kombineret med Finfiltre i vores produktportefølje.



Figur 7:

Olie med høj AN/TAN har kort levetid

Prøveudtagning af olie

For repræsentative prøver:
Prøveudtagning under **drift**
(temperatur, belastning osv.)

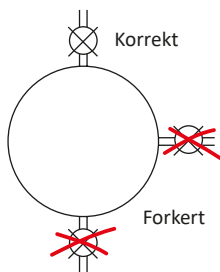
Formålet med prøveudtagning af olie er at anvende olien som en budbringer, der kan fortælle os, hvordan maskinen har det. Dette kan starte proaktive handlinger for at sikre, at man opnår det højeste niveau for maskinens ydeevne og pålidelighed til lavest mulige omkostninger. De indledende prøver har til formål at fastsætte benchmarks og identificere maskiner med kritiske niveauer.

Rutinemæssig prøveudtagning udføres for at dokumentere, at målsætningerne overholdes, og den kan også anvendes til at få indikationer om unormalt slid, der skal håndteres.

Kvaliteten af analyseresultaterne afhænger først og fremmest af korrekt prøveudtagning og håndtering af prøven, dernæst af kvaliteten af det laboratorium, som udfører analysen. Vigtigheden af viden om, hvor og hvordan en prøve skal udtages, er afgørende og kræver særlig opmærksomhed.

Hvor olieprøver skal tages

Som illustreret i figur 8 skal olien helst udtages fra et opadpegende rør eller et bøjet rør med turbulent strømning for at give en repræsentativ prøve. Udtagningspunkter, der sidder på et rørs nederste halvdel, har en tendens til aflejring af partikler i prøveudtagningsventilen.



Figur 8:
Tværsnit af rør med
prøveudtagningsventiler

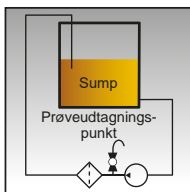
Kilde:
Västerås
PetroleumKemi AB

Det bedste sted at udtage prøver for at se, hvordan maskindelen har det, er nedstrøms for maskinen før filtrering, og før olien returneres til systemets tank. Dette viser det ufertyndede resultat af enhver form for slid i maskinen.

Den bedste garanti for ren olie i systemet er at udtage en prøve fra den mest forurenede del af oliesystemet - bunddrænet i systemtanken.

Dette bunddræn sidder typisk, hvor filtreringssystemet til offline-brug/nyreloop er forbundet, så et tilfredsstillende olieanalyseresultat, der er taget fra mellem pumpen og filterhuset på et offline-filter, er den bedste garanti for, at olien og systemet er rent.

2 Prøveudtagning af olie



Hvis der ikke er installeret et offline-filtersystem, er en prøveudtagningspumpe af vakuumtypen en godt alternativ. I sådanne tilfælde skal prøven udtages 10 cm (4 tommer) fra den nederste del af tanken (se side 18).

Sådan skal olieprøver tages - mellem pumpen og offline-filter

For at tage en olieprøve kræves følgende:

- Et certificeret partikelfrit glas eller en hård plasticflaske (100-200 ml)
- en klud
- en åben oliebeholder på ca. fire liter (en US gallon)

Læs følgende vejledning nøje, før olieprøven udtages.

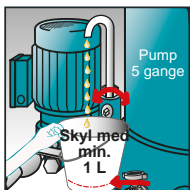
Trin til olieudtagning

Sørg for, at oliesystemet er under stabile driftsforhold.

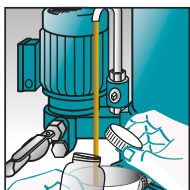
1. Anbring oliebeholderen under prøveudtagningsventilen.
2. Åbn og luk ventilen fem gange, og efterlad den åben.
3. Skyl røret igennem ved at dræne en liter (en US quart) i beholderen.
4. Åbn prøveudtagningsflasken, mens du holder låget i din hånd for at undgå at forurene det.
5. Anbring flasken under oliestrømmen **uden at røre prøveudtagningsventilen eller drænrøret**.
6. Fyld flasken, så den er ca. 80 % fuld.
7. Anbring låget på flasken straks efter udtagning af prøven.
8. Luk prøveudtagningsventilen.
9. Udfyld etiketten, og klæb den fast på prøveudtagningsflasken.
10. Pak prøveudtagningsflasken ind i en plasticpose og papbeholder, og send den med post eller bud.

Alle prøver skal tydeligt markeres med nummer, prøveudtagningssted, dato og olietype/-sammensætning (se eksempel på side 17)

Trin 1-3



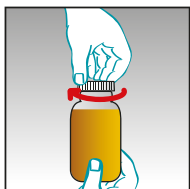
Trin 4



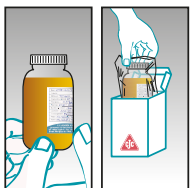
Trin 5-6




Trin 7



Trin 8-10



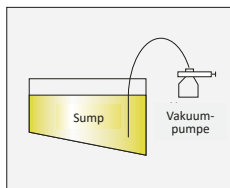
Figur 9:
Olieprøveudtagning mellem pumpen og offline-oliefiltret

|  OIL SAMPLING | | Date: 01.07.14 |
|---|-----------------------|---------------------------------|
| Customer & Site: | COMPANY NAME | |
| Customer Contact Person: | MR. JENSEN | |
| Type of Industry: | MARINE | |
| System Type: | HYDRAULIC UNIT | |
| Machine Brand: | BRAND NAME | |
| Sampling Point: | BEFORE OFFLINE FILTER | |
| Fluid Brand & Type: | OIL NAME | |
| Sample No.: | 1 | CJC Sales Responsible: XXX |
| System/Tank Volume: | 2800 L | CJC™ Filter Type: HDU |
| Fluid Temperature: | 50° C | CJC™ Inset Type: B9 15/25 |
| Fluid Operating Hours: | 8000 | CJC™ Filter Pressure (bar): 0,5 |
| Note: | | |

Figur 10: CJC® Oil Sampling Label

Husk, at du
aldrig kan gøre en prøve bedre/rener
 end olie i systemet,
men det er let at gøre den værre!

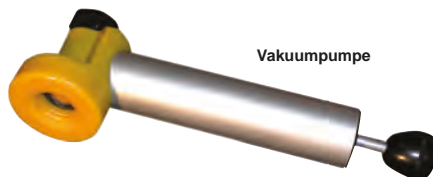
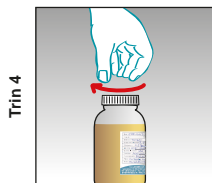
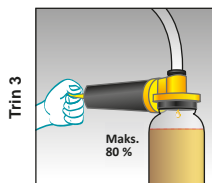
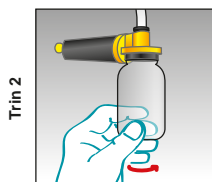
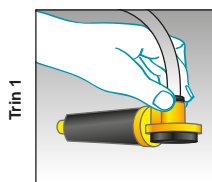
2 Prøveudtagning af olie



Sådan skal olieprøver tages

- med brug af en vakuumpumpe

Følg instruktionerne, der fulgte med pumpesættet. Illustrationerne nedenfor viser CJC® Oil Sampling Kit.



Trin til olieudtagning

1. Skær et passende stykke slange af rullen. **Brug ny slange hver gang.** Skub slangen ind i pumpehovedet. Skyl altid slangen igennem med 2 liter olie, før prøven tages.
2. Sæt flasken på ved at skrue den på pumpehovedet.
3. Skab et vakuum i flasken med et par pump, og fyld flasken ca. 80 %.
4. Luk låget.

Sænk den frie ende af plasticslangen til 10 cm (4 tommer) over den nederste del af tanken i midten af tanken.

Pas på ikke at lade slangen røre vægge eller bunden af beholderen.

Slangen kan være nemmere at placere, hvis prøveslangen sættes på en stang. Det kan også anbefales at anvende et fast pitot-rør, der installeres en tredjedel over tankens bund.

Når du har forseglet flasken, skal du sikre dig, at **etiketten er udfyldt med alle oplysninger som vist i eksemplet på side 17.**

Figur 11:
Olieprøveudtagning
med en vakuumpumpe

Analyserapporter

Hvor meget "levetid", der er tilbage i en olie, kan ses ved at kigge på baseolien og additivpakken under en olieanalyse. Som en tommelfingerregel skal additivniveauet i brugt olie være mindst 70 % af additivniveauet i ny olie (jvf. Noria Corporation). Det er derfor yderst vigtigt at foretage en prøve af hver eneste modtagne olietønde/batch for at fastlægge basislinjen. Dette vil også bidrage til at forhindre, at oliebatches med fejl anvendes. Det er dyrt og unødvendigt at træffe beslutninger om, hvorvidt olie skal udskiftes, på baggrund af tid eller antal driftstimer. Det bedste er at basere olieskift på oliens tilstand - og her kan olieanalyse hjælpe.

En god olieanalyse skal besvare vigtige nøglespørgsmål:

- Er olien egnet til yderligere brug? Dvs., er egenskaber og additiver stadig intakte?
- Hvad er maskinens tilstand? Er der opstået en kritisk slidsituation?
- Hvilket niveau af forurening er tilstede? Fungerer pakninger, ånderør og filtre, som de skal?
- Er hastigheden af olienedbrydningen øget? Kan der opstå et alvorligt oxideringsproblem inden for kort tid?



Figur 12:
Nedbrudt hydraulikolie
sammenlignet med ny olie
Kilde: C.C.JENSEN A/S

Som minimum skal en olieanalyse indeholde:

- Viskositet
- Partikeltællinger
- Fugtindhold/vandindhold i ppm
- Syreniveau
- Elementanalyse (slid og additivniveau)

Det anbefales, at analyserne udføres af et uafhængigt laboratorium med ekspertviden vedrørende smøremidler samt den specifikke anvendelse af olien.

Andre analyser kan også være vigtige, afhængigt af anvendelsesområdet. I oliesystemer med risiko for oxideringsproblemer (f.eks. gasturbiner og hydrauliske styresystemer) kan en test af oxidationsrester anbefales.

3 Analyse- rapporter

Smøreolier til dieselmotorer kræver test for brændstoffortynding, sod, basetal (BN) mv. Forskellige anvendelsesområder kræver forskellige typer af olieanalyser. Denne brochure fokuserer på de fem analyser, der udføres oftest.

Analysemetoder og -frekvenser

Før der kan fastslås en tendens, er det vigtigt at have en basislinjeprøve af den friske nye olie. Denne anvendes senere som reference til sammenligning, dvs. til at verificere, at additivpakken stadig er intakt.

I forbindelse med implementeringen af et system til statusovervågning skal der foretages regelmæssige analyser, som minimum hver tredje måned, men helst en gang om måneden, for at kunne fastslå en tendens. En anvendelig tendens består af mindst fem på hinanden følgende prøver taget fra det samme oliesystem under de samme driftsforhold.

Hvert oliesystem skal have en log, hvor analyseresultaterne registreres. Logbogen skal også indeholde information om olietype, olieskift, nedbrud, målrettet ISO-renhedskode og olieanalyseresultater.

Viskositet

Viskositet er uden tvivl den vigtigste egenskab for et smøremiddel. Den holder maskinoverflader adskilt under belastning, rotation og andre stressfaktorer. Ændringer i viskositeten på helt ned til 15 % i hver retning kan medføre maskinej og alvorligt slid på maskinen.

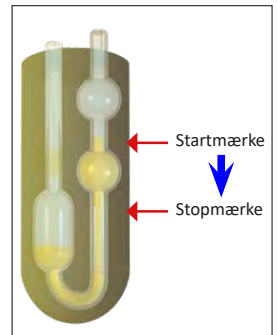
En viskositetsmåling udføres ved 40 °C, medmindre der er anmodet om andet. Motorsmøreolie testes ofte ved 100 °C. Da viskositeten varierer med temperaturen, skal den temperatur, som viskositeten måles ved, altid angives i rapporten.

Absolut/dynamisk viskositet (cP) måles som den målte modstand, når en spindel røres rundt i olie i en væskebeholder (opvarmet til 40 °C eller 100 °C). Absolut/dynamisk viskositet i cP findes efter 5 minutter ved den valgte hastighed og temperatur.

Kinematisk viskositet (cSt) beregnes ved at dividere den dynamiske viskositet med oliens densitet. Kinematisk viskositet kan også måles ved at anvende et "U-formet" kalibreret glasrør, et såkaldt viskosimeter.

Bemærk, at viskositeten i henhold til DIN 51519 kan afvige med 10 %. Dvs., at ISO VG 320 kan ligge inden for området 288-352 cSt.

For viskositetsindekser indtegnes den kinematiske viskositet ved 40 °C og 100 °C i et ASTM standarddiagram for viskositet/temperatur for flydende brændstofprodukter (ASTM D 341).

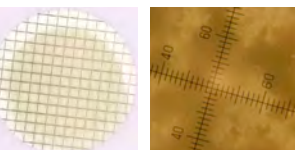


Figur 13:
Viskosimeter måler kinematisk viskositet (cSt)



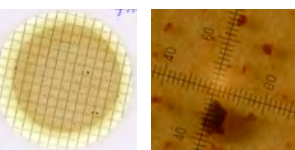
Figur 14:
Udstyr til test af dynamisk viskositet (cP)

Partikeltælling



ISO 11/10/6

Da partikelforurening af olie er en af de primære årsager til maskinnedbrud, er det vigtigt at overvåge niveauet af hårde forureningskilder. ISO 4406/2017-metoden til afkodning af niveauet for forurening af faste partikler er et klassificerings-system, der konverterer en given partikeltælling til en ISO-klasse. Det er ikke en testmetode.



ISO 18/17/15

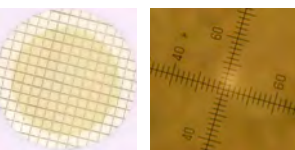
De oftest anvendte testmetoder til tælling af partikler er:

Automatisk partikeltælling (i henhold til ISO 11500)

Forureningsniveauet for en olieprøve fastsættes med automatisk optisk partikeltælling.

Automatiske partikeltællere: ≥ 4 , ≥ 6 og $\geq 14 \mu\text{m}$

(visse typer også større mikronstørrelser)

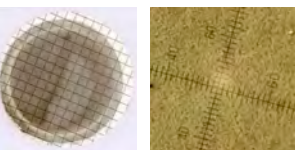


ISO 13/12/7

Manuel partikeltælling (i henhold til ISO 4407)

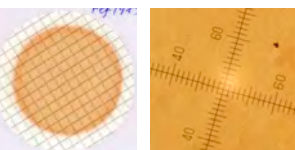
Partikler, der tælles manuelt ved hjælp af membraner (porestørrelse maks. 1,5 mikron) og et optisk mikroskop.

Partikelstørrelse med manuel tælling: ≥ 2 , ≥ 5 og $\geq 15 \mu\text{m}$

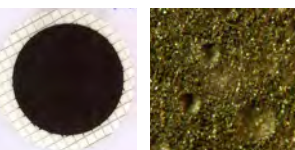


ISO 20/18/13

I henhold til ISO 4407 svarer tællinger ved 5 og $15 \mu\text{m}$ til 6 og 14 μm , når der anvendes en automatisk partikeltæller, der er kalibreret i overensstemmelse med ISO 11171.



ISO 15/13/8



ISO 24/23/20

*Figur 15:
Testmembraner og mikroskop
fotos af forskellige
renhedsklasser*

ISO-klassificeringstabel

En typisk prøve fra en ny forsendelse af olie indeholder følgende i hver 100 ml olie:

450.000 partikler ≥ 4 mikron
 120.000 partikler ≥ 6 mikron
 14.000 partikler ≥ 14 mikron

I ISO-klassificeringstabellen (til højre) har olieprøven en forureningsklasse på 19/17/14.

Visse laboratorier angiver partikeltælling pr. milliliter i stedet for pr. 100 milliliter (mest i USA).

Bemærk: ISO-klassen er en logaritmisk skala. Dvs., en fordobling af partikeltællingerne medfører, at ISO-klassen stiger med en.

| Antal partikler pr. 100 ml væske efter deres størrelsesinterval | | |
|---|----------------|------------|
| Mere end | Op til | ISO-klasse |
| 8.000.000 | 16.000.000 | 24 |
| 4.000.000 | 8.000.000 | 23 |
| 2000.000 | 4.000.000 | 22 |
| 1.000.000 | 2000.000 | 21 |
| 500.000 | 1.000.000 | 20 |
| 250.000 | 500.000 | 19 |
| 130.000 | 250.000 | 18 |
| 64.000 | 130.000 | 17 |
| 32.000 | 64.000 | 16 |
| 16.000 | 32.000 | 15 |
| 8.000 | 16.000 | 14 |
| 4.000 | 8.000 | 13 |
| 2.000 | 4.000 | 12 |
| 1.000 | 2.000 | 11 |
| 500 | 1.000 | 10 |
| 250 | 500 | 9 |
| 130 | 250 | 8 |
| 64 | 130 | 7 |
| 32 | 64 | 6 |

Figur 16: Forureningsklasser i henhold til ISO 4406/2017-standarden

AS-/NAS-klasser

Den amerikanske standard NAS 1638 er blevet ændret til AS4059 (version E) i 2001, hvilket anses for et stort fremskridt, da den gengiver data i form af kumulative tællinger ($>X \mu\text{m}$) i stedet for intervaltilstand ($X\text{-}Y \mu\text{m}$), indfører en renere (klasse 000) og udvider størrelsespektret til mindre størrelser ($>4 \mu\text{m}$) for øget sensitivitet.

| Korrelationstabel til sammenligning af ISO med AS/NAS | | | | | |
|---|--|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Størrelse | Maks. grænse for forurening (partikler/100 ml) | | | | |
| ISO 4402 * | $>1 \mu\text{m}$ | $>5 \mu\text{m}$ | $>15 \mu\text{m}$ | $>25 \mu\text{m}$ | $>50 \mu\text{m}$ |
| ISO 11171 ** | $>4 \mu\text{m}(c)$ | $>6 \mu\text{m}(c)$ | $>14 \mu\text{m}(c)$ | $>21 \mu\text{m}(c)$ | $>38 \mu\text{m}(c)$ |
| Størrelseskode | A | B | C | D | E |
| Klasse 000 | 195 | 76 | 14 | 3 | 1 |
| Klasse 00 | 390 | 152 | 27 | 5 | 1 |
| Klasse 0 | 780 | 304 | 54 | 10 | 2 |
| Klasse 1 | 1.560 | 609 | 109 | 20 | 4 |
| Klasse 2 | 3,120 | 1,220 | 217 | 39 | 7 |
| Klasse 3 | 6.520 | 2.430 | 432 | 76 | 13 |
| Klasse 4 | 12.500 | 4.860 | 864 | 152 | 26 |
| Klasse 5 | 25.000 | 9.730 | 1.730 | 306 | 53 |
| Klasse 6 | 50.000 | 19.500 | 3.460 | 612 | 106 |
| Klasse 7 | 100.000 | 38.900 | 6.920 | 1.220 | 212 |
| Klasse 8 | 200.000 | 77.900 | 13.900 | 2.450 | 424 |
| Klasse 9 | 400.000 | 156.000 | 27.700 | 4.900 | 848 |
| Klasse 10 | 800.000 | 311.000 | 55.400 | 9.800 | 1.700 |
| Klasse 11 | 1.600.000 | 623.000 | 111.000 | 19.600 | 3.390 |
| Klasse 12 | 3.200.000 | 1.250.000 | 222.000 | 39.200 | 6.780 |

* ISO 4402 eller optisk mikroskop.

Partikelstørrelse baseret på længste dimension

** ISO 11171 eller elektronmikroskop.

Partikelstørrelse baseret på en diameter svarende til projiceret areal

Figur 17: AS4059 Renhedskodesystem sammenlignet med ISO

Evaluering af partikeltælling og maskinens levetid

I figur 28 på side 46 finder du tabellen for forlængelse af levetiden. Tabellen beskriver den forventede forøgelse af levetiden, når oliens renhed forbedres. Hver kvadrant repræsenterer en maskintype:

- øverste venstre kvadrant er til hydraulikkomponenter og dieselmotorer
- øverste højre kvadrant er til rullende elementlejer
- nederste venstre kvadrant er til maskiner med indbyggede radiallejer, dvs. turbiner og turboer
- nederste højre kvadrant er til gearkasser og andre komponenter, der ikke er omfattet af de øvrige kvadranter

Hvis eksempelvis den aktuelle olierenhed i en gearkasse viser sig at være ISO 22/20/17, og olien renses til en ISO-renhedskode på 16/14/11, kan det forventes, at **gearrets levetid forlænges med 2,5 gang**. For hvert oliefyldt system bør der specificeres en renhedsmålsætning. Dette er et grundlæggende krav for at sikre pålidelighed til den lavest mulige pris.

Figur 18 viser de anbefalede ISO-renhedsniveauer i olie- og brændstofssystemer. Ny olie er typisk forurenede med partikler svarende til ISO 19/17/14.

| ISO Code | NAS 1638 | Beskrivelse | Egnet til | Snavs/år |
|--------------|----------|-----------------------|--|------------|
| ISO 14/12/10 | NAS 3 | Meget ren olie | Alle oliesystemer | 7,5 kg * |
| ISO 16/14/11 | NAS 5 | Ren olie | Servo- og højtrykshydraulik | 17 kg * |
| ISO 17/15/12 | NAS 6 | Let forurenede olie | Standard hydraulik- og smøreoliesystemer | 36 kg * |
| ISO 19/17/14 | NAS 8 | Ny olie | Middel- til lavtrykssystemer | 144 kg * |
| ISO 22/20/17 | NAS 11 | Meget forurenede olie | Ikke egnet til oliesystemer | > 589 kg * |

Figur 18: Forureningsguide til **olie-** og **brændstofs**systemer

*) Mængden af snavs, der passerer pumpen om året, hvis olien passerer med en kapacitet på 200 l/min, 18 timer om dagen, 340 arbejdsdage om året.

Fugtighedsniveau

De fleste laboratorier starter med en vandscreeningstest kaldet "Cracle-test". Her påføres en dråbe af det testede smøremiddel på en varm plade (160 °C). Fugten i olien fordamper, hvilket får den til at boble op. Denne test er primært en indikation af vand i olie, og ingen tegn på bobler betyder normalt, at der er mindre end 0,1 procent (1000 ppm) vand i den testede olie. Hvis Cracle-testen viser tegn på fugt, er en mere nøjagtig testmetode påkrævet.

Karl Fisher (KF) titrering er nøjagtig ned til en fugtighed på under 10 ppm i olie (ASTM D 6304) og er baseret på en reaktion mellem iod og vand i en Karl Fischer-reagens. Ioden genereres elektrolytisk ved anoden og reagerer med vand i prøven. Iod forbruges, så længe der er vand til stede, og overskydende iod indikerer slutpunktet for titrering. Baseret på dette princip kan tilstedeværelsen af vand bestemmes direkte af mængden af elektricitet, der kræves til elektrolyse.

Vandbestemmelse med KF kan være volumetrisk eller coulometrisk, direkte eller indirekte. Resultatet angives i ppm.

Direkte KF-titrering af olie, der indeholder høje additivværdier, anbefales ikke, da disse kan have sidereaktioner med KF-reagensen og dermed give en falsk positiv for øget vandindhold.

Den indirekte metode eller KF-ovnmetoden fungerer ved at lade en strøm af varm luft passere gennem den opvarmede olieprøve. Den frigivne fugt overføres fra ovnen til titreringskammeret.

*Figur 19:
Udstyr anvendt
til den indirekte
Karl Fisher-metode*



Syretal og basetal

Syretallet (AN/TAN) er en måling af syreniveauet i industrismøremidler, f.eks. hydraulik og gearolier. AN bestemmes ved titrering og angives som mængden af kaliumhydroxid (KOH), der anvendes til at neutralisere syren i et gram olie i henhold til ASTM D 664. Resultatet angives i mg KOH/gram.

En øgning af AN er ofte en indikation af olienedbrydning (oxidation). Visse additiver, såsom svovl, giver et højt startniveau for AN i den friske olie, f.eks. 1 mg KOH/g. Det er derfor vigtigt at kende den friske olies basislinje for at overvåge stigning af AN i brugt olie.

Tommelfingerregel:

Advarsel: AN ny + 0,5 mg KOH/g

Kritisk: AN ny + 1,0 mg KOH/g

For motorsmøreolier måles **basetallet (BN/TBN)**, da disse olier indeholder additiver (rens- og opslæmnings-additiver), der anvendes til at neutralisere den syre, der genereres som et biprodukt i forbrændingsprocessen, f.eks. svovlsyre.

BN overvåges for at sikre, at niveauet af syreneutraliserende additiver er acceptabelt. Titrering med kaliumhydroxid giver et resultat angivet i mg KOH/gram.

Tommelfingerregel:

Advarsel: BN ny minus 50 procent

Kritisk: BN ny minus 70 procent



Figur 20:
Udstyr til test af syreniveau

Elementanalyse

Atomemissionsspektroskopi (AES) anvendes til at bestemme niveauet af additivelementer, slid-metaller og forurening i smøremidlet. Tendensen er af stor betydning, så det er afgørende at have en basislinje, der viser additivpakken i den nye olie.

Sådan fungerer det:

Overhedning af prøven forvandler olie og dets elementer til "lyspærer", der udsender atomlys. Lyset analyseres for at se, hvilke bølglængder der er tilstede og af hvilken intensitet. Bølglængderne svarer til et specifikt element (eksempelvis jern), og intensiteten definerer koncentrationen (angives i ppm). Koncentrationen for et givent element/metal er den samlede værdi af både meget små partikler og kemisk opløste metaller i olien.

Der anvendes to standardmetoder:



Figur 21:
Illustrationer
viser ICP.
Kilde:
Noria Corp

Induktivt forbundet plasma (ICP i henhold til ASTM D 5185).

Her forstøves prøven, så den danner en aerosol. Når aerosolen når plasmaet, er dråberne meget små, typisk 3-5 mikron. Følgelig kan slidpartikler større end 5 mikron ikke detekteres ved hjælp af denne metode.

Den roterende diskelektrode (RDE i henhold til ASTM D 6595).

I dette instrument fordamper olien og udledes ved hjælp af en højspændings-udledning mellem en elektrode og en roterende kuldisk. RDE detekterer og kvantificerer elementer op til ca. 10 mikron i størrelse.



Figur 22:
Illustrationer viser RDE, kilde: Noria Corp

AES er en af de oftest anvendte olieanalyser, men da prøven skal være helt fordampet, er detekteringen af partikler større end 5-10 mikroner næsten umulig. Slidafskalninger fra tungt belastede gear (adhæsionsslid) detekteres ikke, medmindre der udføres andre test. Større slidpartikler kan overvåges ved hjælp af partikel-tællinger, jerdensitet eller magnetiske indikatorer i olien.

Analyselogbog

Eksempel på hydraulikolieanalyse, inklusive ny oliebasislinje, advarsel og kritiske niveauer

| Logbog for olieanalyse | | | |
|------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|
| Parameter | Basislinje | Advarsel | Kritisk |
| Partikel-tælling ISO 4406 | 15/13/10 (præfiltreret) | 17/15/12 | 19/17/15 |
| Viskositet (cSt) | 32 | lav 29 høj 35 | lav 25 høj 38 |
| Syretal (AN, mg KOH/g) | 0,5 | 1,0 - 1,5 | over 1,5 |
| Fugtighed (KF i ppm) | 100 | 200 - 300 | over 300 |
| Elementer (i ppm) Fe | 7 | 10 - 15 | over 15 |
| Al | 2 | 20 - 30 | over 30 |
| Si | 5 | 10 - 15 | over 15 |
| Cu | 5 | 30 - 40 | over 40 |
| P | 300 | 220 | 150 og derunder |
| Zn | 200 | 150 | 100 og derunder |
| Oxidation (FTIR) | 1 | 5 | over 10 |
| Jerdensitet (PQ, WPC, DR) | - | 15 | over 20 |

Figur 23:
Eksempel på
logbog for
olieanalyse



Test af oxidationsrester

Mange typer af analyse kan indikere en nedbrydning af olien, eksempelvis syretal (AN) og viskositetsøgning, men hos C.C.JENSEN har vi opdaget, at følgende giver et meget detaljeret billede af problemet med oxidationsrester:

1. En farvemålingstest for membraner (MPC i henhold til ASTM D 7843) viser tilstedeværende slam/harpiks i olien ved hjælp af misfarvning af den hvide cellulosemembran (porestørrelse på 0,45 mikron). Dette indikerer olienedbrydningsprodukter, der også er opløst i olien, hvilket måske kan medføre oxidationsrester/harpiks på maskindele (afhængigt af oliens temperatur). Farven på aflejringerne på membranen måles med et spektrofotometer. Jo mørkere farven er, og jo højere tallet (typisk op til 100) er, desto større risiko er der for, at olien danner aflejringer/harpiks. Test-MPC er udviklet til turbineolier, og den anbefales ikke til olier med høj partikelforurening, da alle former for partikler vil påvirke farven på membranen og dermed farven generelt, selv om det ikke er oxidationsrester.

2. Fouriertransformeret infrarød spektroskopi (FTIR i henhold til ASTM E 2412). FTIR-spektrummet genereres ved måling af graden af infrarød absorbering i området 4000.500 cm^{-1} , når infrarødt lys passerer gennem en olieprøve. Det er en omkostningseffektiv analyse, der detekterer olienedbrydning/harpiks samt andre forureningsmidler, såsom glykol, brændstof, sod, forkert olietype mv. Olienedbrydningsprodukter, såsom aldehyder, ketoner og carboxylsyre indeholder alle dobbeltbindinger af carbon-oxygen (carbonylgrupper). Disse carbonylgrupper absorberer infrarødt lys i området 1740 cm^{-1} i det infrarøde spektrum. I takt med at nedbrydningen øges, stiger absorptionspeak også i det pågældende område. Der ses afvigelser mellem olietyper, additiver, type af nedbrydning mv. Varmenedbrydning af baseolie er ikke signifikant ved 1740 cm^{-1} , i stedet ses peak ved $1640\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ (nitreringspeak).

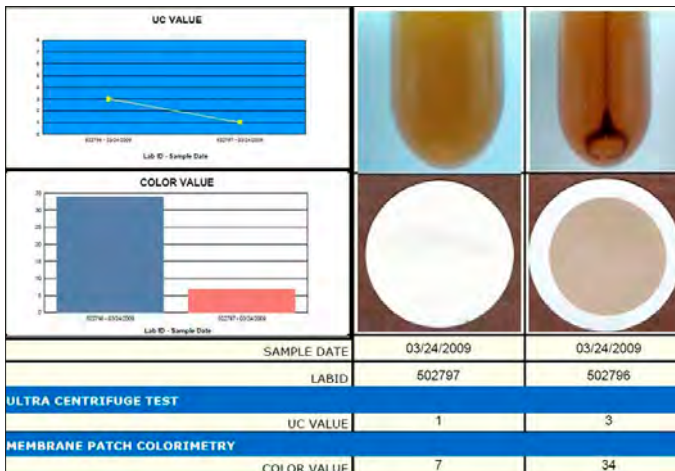
Som de fleste andre analysetyper er FTIR mest nyttig, hvis tendensen overvåges.

3. Ultra Centrifuge test (UC) anvender centrifugalkraft til at udtrække forstadier for slam og oxidationsrester ved at drive dem ned på bunden af testrøret. Densiteten/størrelsen af det koncentrerede materiale sammenlignes herefter med en visuel sedimentvurderingsskala med 1-8 (8 er det værste).

UC-testen viser den faktiske harpiks og uopløselig forurening i olien. Enhver olienedbrydning, der ses i denne test, vil medføre harpiks som aflejringer på systemkomponenter.

UC-testen anbefales ikke til olie, der er stærkt forurenet med partikler, da dette maskerer resultatet, og heller ikke til ester- eller glykolbaserede væsker, da den specifikke vægtfylde spiller en rolle i UC-testen.

UC- og MPC-testene er meget nyttige værktøjer til at udløse en handling, f.eks. et filter- eller olieskift.



Figur 24: Resultat af UC-analyse og MPC-test

Olierensningsmetoder

Der findes flere forskellige olierensningsmetoder:

| Metode | Rensningshandling |
|---------------------------------|---|
| Cellulosebaseret offline-filter | Reducerer indholdet af faste partikler, vand og olienedbrydningsprodukter. Ionudvekslingsmedier kan tilføjes for at reducere syreniveauet |
| Glasfiberbaseret trykfilter | Reducerer indholdet af faste partikler |
| Elektrostatisk filter | Reducerer indholdet af faste partikler og olienedbrydningsprodukter |
| Centrifugalseparator | Reducerer indholdet af faste partikler med en densitet, der er højere end for olie og vand |
| Vakuumfilter | Reducerer indholdet af luft og vand |

Figur 25: Olierensningsmetoder

Alle ovennævnte teknologier er kommercielt tilgængelige. Dog foretrækkes det ofte at anvende det glasfiberbaserede trykfilter og det cellulosebaserede offline-filter, da de er mere effektive og økonomisk fordelagtige. Begge disse oliefilterteknikker fungerer bedst under konstante forhold, dvs. konstant flow og tryk.

Det cellulosebaserede dybdefilter anbringes ofte i et separat offline-kredsløb, og under stabile forhold tilbageholder det størstedelen af forureningsmidler fundet i olien. Det glasfiberbaserede trykfilter kan installeres i et olieekølingskredsløb eller som et "last chance" filter med fuldt flow opstrøms for oliesystemet.

Filtertyper

Den bedste metode til indsamling og tilbageholdelse af små partikler samt vand og oxidationrester er at installere et offline-filter. Et offline-filter skal køre kontinuerligt, således at olievolume n cirkuleres i systemet mange gange om dagen. Ved lavt tryk og lave flowhastigheder kan et tæt filtermedium med meget fin filtrering vælges (filtrering med < 3 mikron).

Det cellulosebaserede offline-filter er ligesom en labyrint, hvor olien passerer gennem adskillige lag af cellulose. De største partikler tilbageholdes på filterindsatsens overflade, mens de mindre partikler trænger ind i filterindsatsen og tilbageholdes i filtermaterialet, hvilket sikrer en høj snavskapacitet. Denne type filter kan også installeres

i et bypass-kredsløb, hvor det tager en del-strøm af hovedsystem pumpens flow. Anvendelse af et cellulosebaseret offline-filter gør det muligt at fjerne vand ved hjælp af absorption eller separering samt at fjerne olienedbrydningsprodukter såsom slam/oxidation fra olien. Oxidationsrester/harpiks kan fjernes fra oliesystemer gennem oliens naturlige rensfunktion, men olien skal være ren for partikler, vand og slam, før additiverne kan udføre deres rensopgave. Da slam og oxidation udfældes af kold olie, typisk mellem 10-40°C (50-100°F), er køling af olien i offline-filtreringskredsløbet kombineret med et cellulosebaseret dybdefilter yderst effektivt.

CJC® Offline Olieiltre fjerner olienedbrydningsprodukter såsom slam og oxidationsrester via polær tiltrækning til filtermediet. En kombination af adsorption og absorption fylder hver cellulosefiber med olienedbrydningsprodukter, indtil indsatsen er helt mættet. CJC® Filterindsats kan indeholde op til 4 kg (8 lbs) oxidationsrester, afhængigt af type.

Konventionelle inline-trykfiltre er typisk glasfiberbaserede, da de skal kunne fungere under forhold med højt tryk og høj gennemstrømning, mens de skaber så lille tryktab som muligt. Filterelementet er plisseret med henblik på at øge overfladeområdet og reducere trykfaldet.

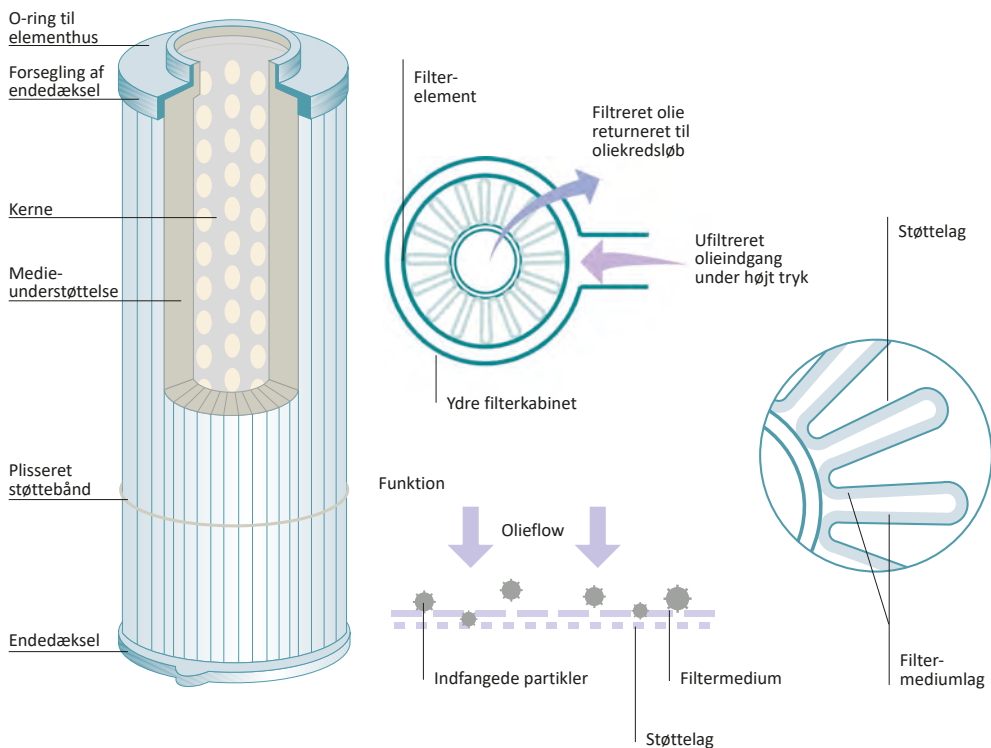
Da de installeres efter systemets hovedpumpe, lever de ofte et hårdt liv med cykliske flows og mange start og stop, hvilket er meget skadeligt for alle filtre. Det er derfor meget svært at indfange og tilbageholde små partikler, og de fleste af disse inline-filtre har derfor en klassificering på 10-30 mikron. Mange af de allerede indfangede partikler frigives imidlertid igen, når filtret udsættes for trykchok ved stop/start. Det glasfiberbaserede trykfilter kan kun fjerne faste partikler, og det har som følge af den relativt lille filterdybde og -volumen en begrænset snavskapacitet.

Se illustrationer på side 34-35.

Moderne oliesystemer kombinerer ofte de to rensningssystemer, hvor offline-filtret fjerner forureningen, og inline-trykfiltret fungerer som en sikkerhed eller "last chance" filter før de kritiske komponenter.

4 Olierensningsmetoder

Glaserfiberbaseret trykfilter

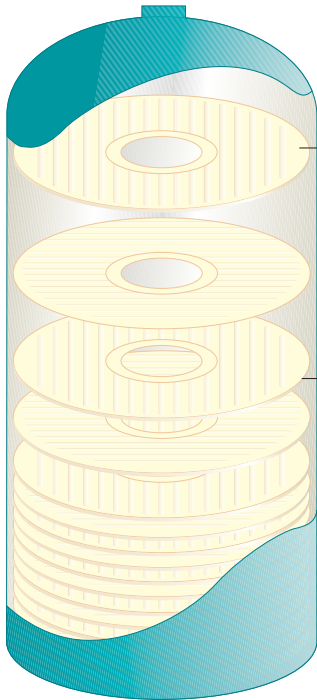


Trykfiltere har en begrænset snavskapacitet, normalt mellem 1 og 100 gram, hvilket resulterer i en udskiftning af filterelementet med korte intervaller for at sikre effektiv filtrering.

Den typiske filtreringsklassificering for inline-trykfiltere er 5-50 mikron.

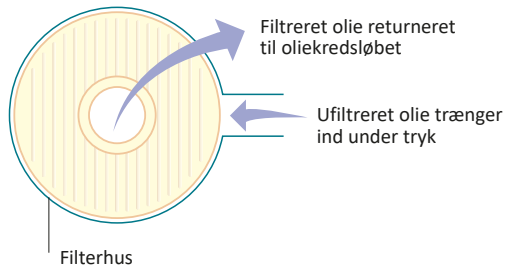
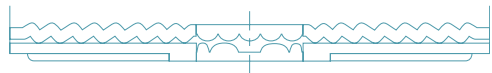
Konventionelle glasfiberbaserede inline-trykfiltere absorberer ikke vand, og de tilbageholder heller ikke olienedbrydningsprodukter såsom slam og harpiks.

Cellulosebaseret offline filter



Filterindsats

Diske fremstillet af korrugeret træcellulose roteres 90° i forhold til den næste og bindes sammen. Dette giver en række af forbundne overflader med bølger, der løber fra nord-syd og øst-vest.

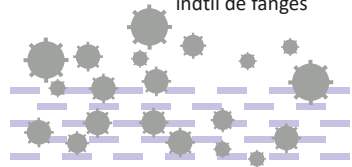


CJC® Offline Oliefiltre har en stor snavskapacitet på ca. 4 liter faste stoffer, op til 2 liter vand og 4 liter olienedbrydningsprodukter (oxidationsrester). Det er typisk kun nødvendigt at udskifte CJC® Filterindsatse hver 12. måned.

CJC® Offline Oliefiltre filtrerer effektivt ned til 3 µm absolut og fjerner vand og olienedbrydningsprodukter (oxidationsrester, harpiks og slam) fra olien og renser løbende maskindele og hele oliesystemet.

Funktion

Partikler passerer gennem filterlabyrinten, indtil de fanges



5 Definitioner af filtrering

Definitioner af filtrering

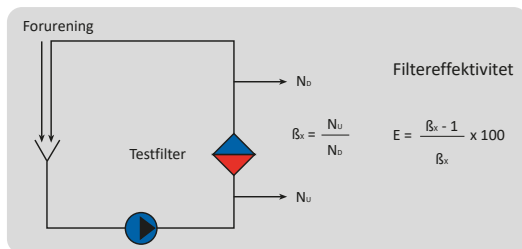
Nominelle filtreringsklassificeringer er estimerede værdier, der angiver et partikelstørrelsesinterval, hvor filtret er sat til at fjerne en given procentdel. Der findes igen standard for dette, og det er derfor ikke muligt at sammenligne forskellige produkter/sammensætninger. Driftstrykket og koncentrationen af forurening har indflydelse på tilbageholdelseseffektiviteten for filtre med nominal klassificering.

Absolutte filtreringsklassificeringer beskriver porestørrelsen og angiver den største partikelstørrelse, der kan passere gennem filtret. Filtret skal anvende en standardtestmetode beregnet til filteranvendelse. Klassificeringen af et cellulosebaseret offline-filter er ofte 3 μm absolut eller mindre. Klassificeringen af et glasfiberbaseret trykfilter kan variere afhængigt af kravene til den eller de systemkomponenter, der skal beskyttes.

Betaværdier beskriver filtereffektiviteten ved givne partikelstørrelser. Værdien angives som β_x , hvor "x" angiver den pågældende partikelstørrelse, og β ("beta") er effektiviteten, f.eks. $\beta_3 = 200$, hvilket betyder, at en ud af 200 partikler med en størrelse på 3 mikron vil passere gennem filtret (0,5 % passerer gennem, og 99,5 % tilbageholdes i et gennemløb). For at finde Betaværdien anvendes en standardtest, "Multipass-test ISO 16889", og Betaværdien beregnes med følgende formel:

$$\beta_x = \frac{\text{antal partikler opstrøms } > x (N_U)}{\text{antal partikler nedstrøms } > x (N_D)}$$

Denne multipass-test udføres under kontrollerede laboratorieforhold og tager ikke hensyn til nogle af de udfordringer, som et inline-trykfilter kan blive udsat for i de fleste oliesystemer, såsom luftbobler, vibrationer, trykpulseringer fra stop-start osv.



Figur 26: Multipass-test
Kilde: ISO-standarder

Snavskapacitet er mængden af forurening, der tilbageholdes af filterindsatsen, når mætningstrykket er nået. Dette måles i vægt eller volumen. Hvor meget olieforurening en filterindsats kan tilbageholde, er af afgørende betydning for driftsomkostningerne over tid. Mens de fleste konventionelle plisserede materiale til trykfiltre kan tilbageholde mindre end 100 gram snavs, kan de være forholdsvis billige at udskifte. Men hvis man beregner omkostningerne til at fjerne 1 kg olieforurening, bliver disse konventionelle trykfilterindsatser pludselig ret dyre.

Et cellulosebaseret offline oliefilter af god kvalitet kan tilbageholde op til adskillige kg snavs, så selv om købsprisen er højere, vil de beregnede omkostninger for at fjerne et kg forurening være betydeligt lavere end for en plisseret filterindsats, da det giver lavere levetidsomkostninger.

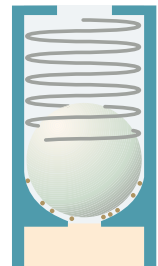
Omkostninger til fjernelse af 1 kg snavs

Pris på filterindsats i din valuta _____ = omkostninger til fjernelse af 1 kg snavs
Snavskapacitet i kg

| | Eksempel 1 | Eksempel 2 |
|--|------------------------------------|--|
| Filtertype | Glasfiberbaseret trykfilterindsats | Cellulosebaseret offline-filterindsats |
| Omkostninger til element/indsats | DKK 250,- | DKK 1500,- |
| Snavskapacitet | 0,085 kg | 4 kg |
| Omkostninger pr. kg fjernet snavs | DKK 2950,- | DKK 375,- |

Filtrets omløbsventil er en sikkerhedsanordning, der mindsker trykket, når trykfaldet over filtret bliver for højt. Den fjerner filtreringsfunktionen ved at bypasse filtret med fuldt flow, hvilket betyder, at olieflowet herefter passerer helt eller delvist forbi - og ikke gennem - filtret. En lækkende omløbsventil har en ødelæggende effekt på filtrets effektivitet.

(Figur 27).



Figur 27:
Omløbsventil

Installationsmetoder

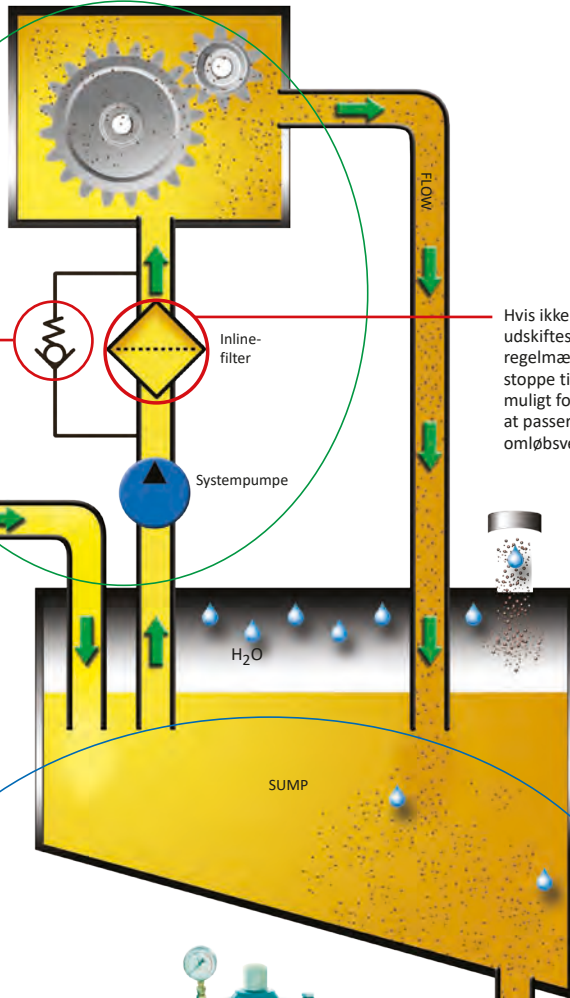
Filtrering med fuld gennemstrømning (inline)

Det samlede systemflow passerer gennem filtret. Kun trykfilterelementer kan anvendes her.

Offline filtrering

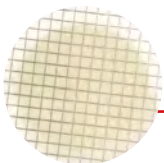
En installationsmetode, hvor filtreringsenheden fungerer i et separat kredsløb, der gør det muligt at anvende tætte filterindsatser.

Forurening kan passere gennem filteret, når omløbsventilerne ikke kan lukke helt, efter de er åbnet.



Hvis ikke filteret udskiftes regelmæssigt, vil det stoppe til og gøre det muligt for partikler at passere gennem omløbsventilen.

Milliporemembran
Prøve taget efter
offline filtrering.



Forurenset
milliporemembran
Prøve taget før
offline filtrering.



CIC® Offline Oil Filter

Økonomi

Før der investeres i et filtreringssystem, bør der udføres en cost-benefit-analyse. De involverede omkostninger kan inddeles i to grupper:

- **Købsomkostninger:** Omkostninger direkte relateret til køb af et filtreringssystem, dvs. købspris og installationsomkostninger.
- **Driftsomkostninger:** omkostninger til at holde filtreringssystemet i drift, dvs. udskiftning af filterindsatse, energiforbrug og reparation.

Købsomkostninger + driftsomkostninger = samlet investering

Den samlede investering skal være lavere end de opnåede besparelser ved brug af ren olie.

- **Besparelser:** reduktion af vedligeholdelsesomkostninger, minimering af tabte produktionstimer, forlængede serviceintervaller, længere olielevetid, forlænget komponentlevetid mv.

I de fleste maskiner er **tilbagebetalingsperioden eller investeringsafkastet** for et CJC® Offline Oliefilter typisk et par uger og op til et par måneder, men sjældent mere end et år. I industrier, hvor al nedetid er dyrt, f.eks. stålproduktion, kan tilbagebetalingstiden være få timer. Det betyder, at hvis de forbedrede olieforhold medfører eksempelvis bare 3 timers ekstra produktion, har filtreringssystemet betalt sig selv. Da driftsomkostningerne for filterløsningen også har betydning for den samlede investering, er det relevant at kigge på, hvor meget olieforurening filtret kan tilbageholde, den såkaldte snavskapacitet. De fleste konventionelle trykfiltre kan tilbageholde mindre end hundrede gram snavs, så de skal udskiftes oftere end et cellulosebaseret offline-filter af høj kvalitet, der kan tilbageholde adskillige kg snavs. Omkostninger til at fjerne 1 kg snavs fra olien er en god faktor til at sammenligne forskellige filtersammensætninger og hjælpe med at finde de samlede udgifter ved ejerskab (samlet investering).

Se beregningen af omkostninger til fjernelse af 1 kg snavs på side 37.

Bestilling af et filtreringssystem

Følgende bør være inkluderet i et tilbud på et filtreringssystem, uanset leverandør:

- Driftsomkostninger for filtret over en periode på min. 5 år (strøm, filterindsatse, reservedele mv.)
- Hvilket renhedsniveau der kan opnås for oliesystemet (f.eks. ISO 17/15/12 og 200 ppm vand)
- Kontrolprocedure, der bekræfter, at renhedsniveauet er opnået (f.eks. olieprøver)

Dimensionering af offline oliefilter

Ved dimensionering af et offline oliefilter skal følgende grundlæggende information om oliesystemet være angivet:

- Olievolumen i systemet (tankvolumen)
- Olietype (ISO VG)
- Olietemperatur: Normale drifts- og minimumtemperaturer (omgivelser)
- Olieforureningsproblem:
 - partikler
 - olienedbrydningsprodukter, slam og oxidationsrester
 - vand (indtrængt eller akkumuleret)
- Type af anvendelsesområde (indendørs/rent, udendørs/beskidt, alvorlig indtrængen mv.)
- Antal maskindriftstimer pr. dag
- Tilgængelig strømforsyning

Denne information vil hjælpe din lokale agent med at dimensionere det rette CJC® Oliefilter til dit oliesystem.

Udover løbende filtrering af olie i maskiner, tromler eller opbevaringstanke kan CJC® Offline Oliefiltre også anvendes til at fylde og påfylde med olie og dermed sikre, at det kun er ren olie, der kommer ind i systemet.

CJC® olievedligholdelsessystemer



CJC® Finfilter

- Tør olie med begrænset vandindhold (akkumuleret over tid)
- Hydraulik-, smøre- og gearolie - også EAL, glykol- og esterbaserede væsker
- Tilbageholder partikler og oxidationsrester
- Vandfjernelse ved hjælp af absorption (frit, emulgeret og delvist opløst vand)
- Reducerer syreniveauet ved hjælp af ionbytte medie



CJC® Filterseparator

- Olie og diesel forurenset med vand
- Hydraulik-, smøre- og gearolie - op til ISO VG 150
- Tilbageholder partikler og oxidationsrester
- Frit vand fjernes ved separation
- Egnede til olie med god emulgeringsevne (ikke motorolie, Ester-baserede væsker mv.)



CJC® Desorbers

- Vandforurenset olie - selv med stærke emulgeringer
- Hydraulik-, smøre- og gearolie - op til ISO VG 1000 (afhængig af Desorber-stype)
- Fjerner både frit, emulgeret og opløst vand
- Egnede til de fleste olietyper, selv motorolie, papirmaskineolie, EAL mv.

CJC® Desorbers tilbageholder ikke partikler og oxidationsrester, og det anbefales derfor at have et separat CJC™ Finfilter.



CJC® Varnish Removal Unit

- Tør olie med begrænset vandindhold
- Tilbageholder oxidationsrester yderst effektivt
- Egnede til systemer med storstore udfordringer med oxidationsrester, f.eks. gasturbiner

Håndtering af olie og oliesystemer

Ny olie i beholdere

- Ny olie skal anses for at være forurenset, indtil en prøve er blevet analyseret
- Olier, der indeholder additiver, som ikke er nødvendige for maskinen, skal anses for at være forurenede
- Ny olie skal altid indføres i systemet via et filter, helst et absolut filter på 3 µm
- Bland ikke olier uden at have undersøgt deres kompatibilitet
- Opbevar smøreprодукter i lukkede beholdere for at undgå indtrængen af forurening

Olie i systemet

- Hold jævnligt øje med olien under drift for at kunne opdage eventuelle pludselige forekomster af vand, luft eller anden forurening. Det kan være en hjælp at anvende frisk olie som reference
- Kontrollér olien efter maskinfejl eller andre hændelser, der kan have indvirkning på olien
- Sørg altid for maksimal renhed og nøjagtighed under prøveudtagning
- Systemer skal være så tæt forsejlet som muligt. Alle permanente åbninger skal være forsynet med ventilationsfiltre (helst tørremiddeludluftninger). Alle systemer skal være udstyret med permanente filterinstallationer
- Ved olieskift skal tank og system være helt tømt, og tanken skal være rengjort manuelt for aflejringer, slam mv. (dette kan undgås ved at installere CJC® Offline Oliefiltre)
- Ved udskiftning af pakninger må der kun anvendes olieresistente materialer. Kompatibiliteten med olien skal kontrolleres.
- Anvend aldrig nye additiver uden at rådføre dig med olieleverandøren/konsulenten. Bed om en skriftlig bekræftelse på de foranstaltninger, der træffes
- Anvend altid uafhængige analyseressourcer med høj kvalitetskontrol og gentagelsesnøjagtighed

11

Anbefalinger til køb af olie

Anbefalinger til køb af olie

I forbindelse med køb af olie i store volumener har køberen ret til at fastsætte specifikke certificerede krav for at sikre kvaliteten. Nedenfor ses et par eksempler på krav til og test af kvaliteten af olien med fokus på oliens renhed.

Testcertifikater og testprøveudtagning

Resultaterne af en olietest af et batch skal fremlægges for køber. Der skal udtages en prøve under påfyldning af det første batch. Prøven skal mærkes med varemærke, batchnummer og størrelsen på forsendelsen. Olien skal analyseres af et uafhængigt laboratorium, og analysen skal indeholde de data, der er beskrevet i afsnittet om olieanalyse i denne brochure.

Krav

Hvis den leverede olie ikke opfylder kravene, bør det overvejes at returnere forsendelsen. Hvis problemet kan afhjælpes, skal nye prøver godkendes. Leverandøren skal betale alle omkostninger, inklusive maskinfejl og nedetid.

Prøveudtagning af ny olie

Der skal udtages prøver fra hvert fremstillet batch. Den analyserede prøve skal være en repræsentativ prøve for det fremstillede batch. Testdokumentation skal være tilgængelig for køber i mindst fem år.

Et analysecertifikat skal medsendes sammen med den bestilte olie og som minimum indeholde følgende punkter:

- Visuel inspektion
- Viskositet ved 40 °C
- Densitet
- Samlet syretal for det færdige produkt
- Separationstid for luftbobler
- Forurening, gravimetrisk undersøgelse eller ISO-renhedskode

For vindmølleolie kan skumning ved 50°C inkluderes.

Olien skal leveres med tankbiler, epoxymalede tromler eller i 20-liters beholdere. Køber skal angive type af beholder for hvert enkelt tilfælde. Beholderen skal være af førsteklasses kvalitet og af den type, der anvendes inden for oliebranchen. Beholderen skal være mærket med købers handelsbeskrivelse, leverandørens handelsbetegnelse, nettoindhold og et løbende produktionsbatchnummer.

Bilag

Tabel for forlængelse af levetid - Renhedsniveau, ISO-koder

| | 21/19/16 | 20/18/15 | 19/17/14 | 18/16/13 | 17/15/12 | 16/14/11 | 15/13/10 | 14/12/9 | 13/11/8 | 12/10/7 |
|----------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 24/22/19 | 2 1,6 1,8 1,3 | 3 2 2,3 1,7 | 4 2,5 3 2 | 6 3 3,5 2,5 | 7 3,5 4,5 3 | 8 4 5,5 3,5 | >10 5 7 4 | >10 6 8 5 | >10 7 10 5,5 | >10 >10 >10 8,5 |
| 23/21/18 | 1,5 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,4 | 3 2 2,2 1,6 | 4 2,5 3 2 | 5 3 3,5 2,5 | 7 3,5 4,5 3 | 9 4 5 3,5 | >10 5 7 4 | >10 7 9 5,5 | >10 10 10 8 |
| 22/20/17 | 1,3 1,2 1,2 1,05 | 1,6 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,4 | 3 2 2,3 1,7 | 4 2,5 3 2 | 5 3 3,5 2,5 | 7 4 5 3 | 9 5 6 4 | >10 7 8 5,5 | >10 9 10 7 |
| 21/19/16 | | 1,3 1,2 1,2 1,1 | 1,6 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,5 | 3 2 2,2 1,7 | 4 2,5 3 2 | 5 3 3,5 2,5 | 7 4 5 3,5 | 9 6 7 4,5 | >10 8 9 6 |
| 20/18/15 | | | 1,3 1,2 1,2 1,1 | 1,6 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,5 | 3 2 2,3 1,7 | 4 2,5 3 2 | 5 3 3,5 2,5 | 7 4,6 5,5 3,7 | >10 6 8 5 |
| 19/17/14 | | | | 1,3 1,2 1,2 1,1 | 1,6 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,5 | 3 2 2,3 1,7 | 4 2,5 3 2 | 6 3 4 2,5 | 8 5 6 3,5 |
| 18/16/13 | | | | | 1,3 1,2 1,2 1,1 | 1,6 1,5 1,5 1,3 | 2 1,7 1,8 1,5 | 3 2 2,3 1,8 | 4 3,5 3 2 | 6 4 4,5 3,5 |
| 17/15/12 | | Hydraulik- og dieselmotorer | | | | 1,3 1,2 1,2 1,1 | 1,6 1,5 1,5 1,4 | 2 1,7 1,8 1,5 | 3 2 2,3 1,8 | 4 2,5 3 2,2 |
| 16/14/11 | | | Rullende elementlejer | | | | 1,3 1,3 1,3 1,2 | 1,6 1,6 1,6 1,4 | 2 1,8 1,9 1,5 | 3 2 2,3 1,8 |
| 15/13/10 | | | | | | | | 1,4 1,2 1,2 1,1 | 1,8 1,5 1,6 1,3 | 2,5 1,8 2 1,6 |

Figur 28: Tabel for forlængelse af levetid, renhedsniveau - Se eksemplet på side 25 Kilde: Noria Corp.

LEM - Fugtighedsniveau

| Aktuelt fugtighedsniveau, ppm | Faktor for forlængelse af levetid | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 50.000 | 12.500 | 6.500 | 4.500 | 3.125 | 2.500 | 2.000 | 1.500 | 1.000 | 782 |
| 25.000 | 6.250 | 3.250 | 2.250 | 1.563 | 1.250 | 1.000 | 750 | 500 | 391 |
| 10.000 | 2.500 | 1.300 | 900 | 625 | 500 | 400 | 300 | 200 | 156 |
| 5.000 | 1.250 | 650 | 450 | 313 | 250 | 200 | 150 | 100 | 78 |
| 2.500 | 625 | 325 | 225 | 156 | 125 | 100 | 75 | 50 | 39 |
| 1.000 | 250 | 130 | 90 | 63 | 50 | 40 | 30 | 20 | 16 |
| 500 | 125 | 65 | 45 | 31 | 25 | 20 | 15 | 10 | 8 |
| 260 | 63 | 33 | 23 | 16 | 13 | 10 | 8 | 5 | 4 |
| 100 | 25 | 13 | 9 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 |

1 % vand = 10.000 ppm. | Forventet levetid for mekaniske systemer, der anvender mineralbaserede væsker

Eksempel: Ved at reducere de gennemsnitlige fugtigheder fra 2.500 ppm til 156 ppm forlænges maskinlevetiden (MTBF) med en faktor på 5

Figure 29: Metode for forlængelse af levetid, fugtighedsniveau

Kilde: Noria Corp.

Indeks

| | | | |
|--|----|--|----|
| Absolut/dynamisk viskositet..... | 21 | NAS-klasser..... | 24 |
| Absolut filtrering | 36 | Nominel filtrering | 36 |
| Analyseløgbog | 29 | Ny olie i beholdere | 43 |
| Analysemetoder og -frekvenser | 20 | Ny olie, prøveudtagning | 45 |
| Analysereporter..... | 19 | Offline filter, cellulosebaseret | 35 |
| Anbefalinger til køb af olie..... | 44 | Offline filtrering | 38 |
| Anbefalinger til olie | 44 | Olierensningsmetoder..... | 32 |
| AS-/NAS-klasser..... | 24 | Olienedbrydning..... | 13 |
| Atomemissionspektroskopi (AES) | 28 | Olie i systemet | 43 |
| Automatisk partikeltælling (ISO 11500)..... | 22 | Olievedligeholdelsessystemer | 42 |
| Basetal | 27 | Olieprøveudtagning, hvor foretages..... | 15 |
| Bestilling af et filtreringssystem | 41 | Olieprøveudtagning, hvordan foretager man..... | 16 |
| Betaværdier | 36 | Olieprøveudtagning, vakuumpumpe..... | 18 |
| Bilag..... | 46 | Olieprøveudtagningslabel | 17 |
| Cellulosebaseret offline-filter | 35 | Omløbsventil i filtre | 37 |
| CJC® Olievedligeholdelsessystemer..... | 42 | Opløst vand | 11 |
| Definitioner af filtrering..... | 36 | Oxidationsrester | 13 |
| Dimensionering af offline oliefilter..... | 41 | Oxidering..... | 13 |
| Dynamisk oliefilm | 8 | Partikelforurening..... | 8 |
| Dynamisk viskositet | 21 | Partikeltælling..... | 22 |
| Elementanalyse | 28 | Prøveudtagning af ny olie..... | 45 |
| Emulgeret vand | 11 | Prøveudtagning af olie | 15 |
| Evaluerig af partikeltælling og maskinens levetid | 25 | Roterende diskelektrode (RDE) | 28 |
| Farvemåling for membranpatch (MPC) | 30 | Sådan skal olieprøver tages | 16 |
| Filertyper..... | 32 | Slam..... | 13 |
| Filtrering med fuld gennemstrømning (inline)..... | 38 | Slitage i oliesystemer | 7 |
| Fouriertransformeret infrarød spektroskopi (FTIR)..... | 30 | Snavskapacitet..... | 37 |
| Frit vand | 11 | Syreforurening..... | 14 |
| Fugtighedsniveau | 26 | Syretal og basetal | 27 |
| Glasfiberbaseret trykfilter | 34 | Testcertifikater og testprøveudtagning | 44 |
| Håndtering af olie og oliesystemer..... | 43 | Test af oxidationsrester | 30 |
| Indledning | 3 | Trykfilter | 34 |
| Induktivt forbundet plasma (ICP) | 28 | Ultracentrifugetest (UC) | 31 |
| Installationsmetoder | 38 | Vandforurening..... | 10 |
| ISO-klassificeringstabel..... | 23 | Viskositet | 21 |
| Karl Fisher..... | 26 | Økonomi | 40 |
| Kinematisk viskositet | 21 | | |
| Kontrol af forurening | 7 | | |
| Kontrol af olieforurening | 7 | | |
| Krav..... | 44 | | |
| Manuel partikeltælling (ISO 4407)..... | 22 | | |



Produktion og hovedkontor

C.C.JENSEN A/S

Løvholmen 13 | 5700 Svendborg | Danmark

Tlf. 63 21 20 14

sales@ccj.dk | www.ccj.dk

C.C.JENSEN globalt

Benelux

C.C.JENSEN Benelux B.V.
Tlf.: +31 182 37 90 29
info.nl@ccj.dk
www.ccjensen.nl

Chile

C.C.JENSEN S.L. Limitada
Tlf.: +56 2 739 2910
ccjensen.cl@ccj.dk
www.ccjensen.cl

Danmark

C.C.JENSEN Danmark
Tlf.: +45 6321 2014
sales@ccj.dk
www.ccj.dk

De Forenede Arabiske Emirater

C.C.JENSEN Middle East
Tlf.: +971 4 447 2886
ccjensen.uae@ccj.dk
www.ccj.ae

Frankrig

C.C.JENSEN France
Tlf.: +33 366 753 170
contact.fr@ccj.dk
www.ccjensen.fr

Grækenland

C.C.JENSEN Greece LTD.
Tlf.: +30 210 42 81 260
ccjensen.gr@ccj.dk
www.ccjensen.gr

Indien

C.C.JENSEN India
Tlf.: +91 4426241364
ccjensen.in@ccj.dk
www.ccjensen.in

Irland

C.C.JENSEN Ireland
Tlf.: +353 86 827 1508
ccjensen.ie@ccj.dk
www.ccjensen.ie

Italien

KARBERG & HENNEMANN srl
Tlf.: +39 059 29 29 498
info@ccj.it
www.ccj.it

Kina

C.C.JENSEN Filtration
Equipment (Tianjin) Co. Ltd.
Tlf.: +86 10 6436 4838
ccjensen.cn@ccj.dk
www.ccjensen.cn

Polen

C.C.JENSEN Polska Sp. z o.o.
Tlf.: +48 22 648 83 43
ccjensen@ccjensen.com.pl
www.ccjensen.pl

Spanien

C.C.JENSEN Ibérica, S. L.
Tlf.: +34 93 590 63 31
ccjensen.es@ccj.dk
www.ccj.dk

Sverige

C.C.JENSEN AB
Tlf.: +46 8 755 4411
sales@ccj.dk
www.ccjensen.se

Tyskland

KARBERG & HENNEMANN
GmbH & Co. KG
Tlf.: +49 (0)40 855 04 79 0
kontakt@ccj.de
www.ccj.de

United Kingdom

C.C.JENSEN LTD.
Tlf.: +44 1 388 420 721
filtration@ccj.co.uk
www.ccjensen.co.uk

USA

C.C.JENSEN INC.
Tlf.: +1 770 692 6001
ccjensen@ccjensen.com
www.ccjensen.com

Din lokale CJC®-agent

Vi er repræsenteret globalt
via vores agenter.
Find den nærmeste agent
på vores hjemmeside:
www.ccj.dk

– eller ring til os.



C.C.JENSEN A/S
www.ccj.dk

