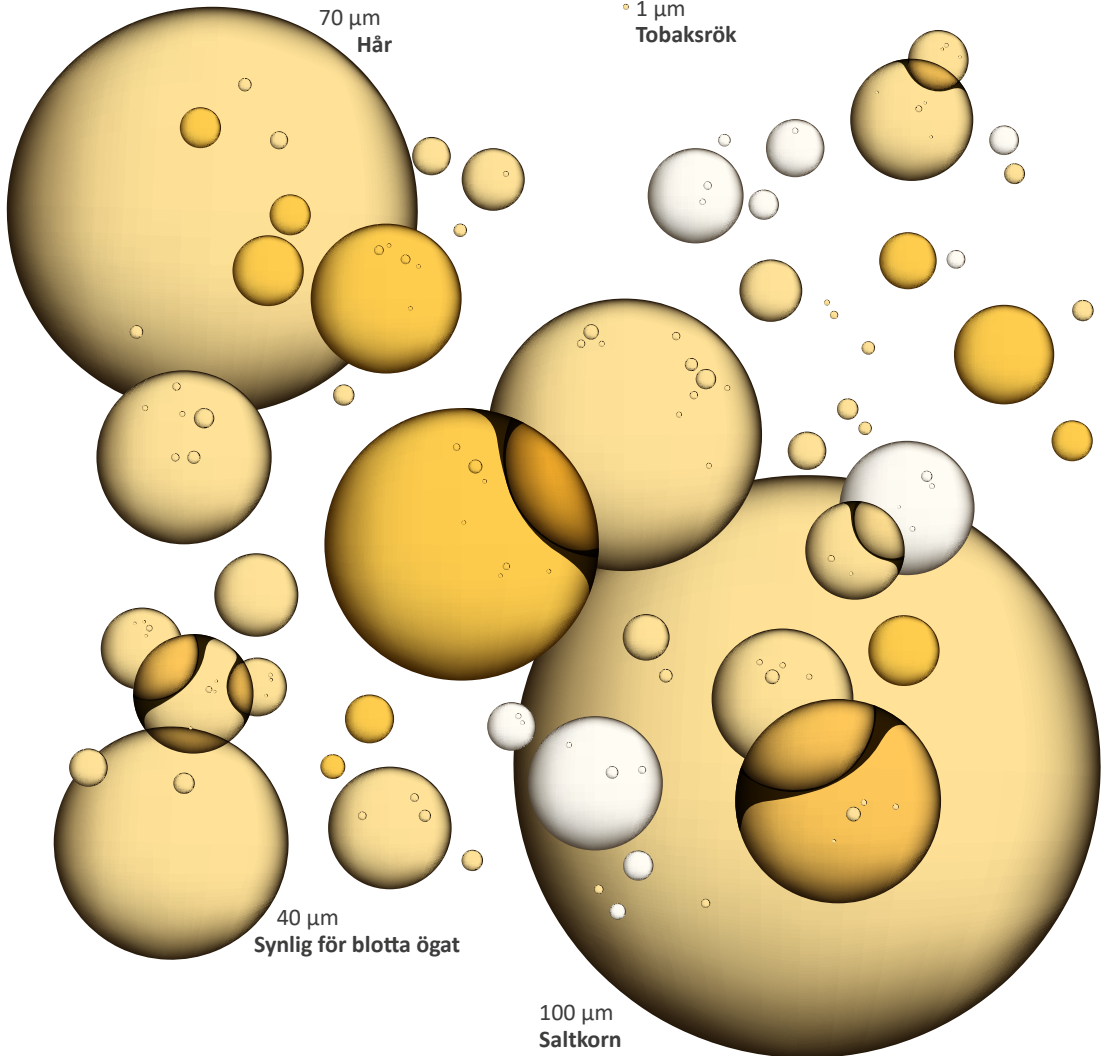




Vägledning till ren olja

Betydelsen av oljeunderhåll



Vägledning till ren olja

© 2019 C.C.JENSEN A/S

Ver. 011 | 11.2019

Svensk version

Utgiven av:

C.C.JENSEN A/S

Svendborg, Danmark

Källor:

Noria Corporation Inc.

Lars Arvidsson, "Chemistry in electrical apparatuses"

Västerås PetroleumKemi AB

MP Filtri

C.C.JENSEN A/S, utbildningsavdelning

C.C.JENSEN A/S, laboratorium

Revision och layout:

C.C.JENSEN A/S, marknadsavdelning

Svendborg, Danmark

Tryck:

Tryk Team

Svendborg, Danmark

Introduktion

Underhåll är den största kostnaden som går att påverka inom tillverkningsindustrin. Eftersom 80 % av alla maskinhaverier beror på oljeföroreningar kan proaktiva metoder spara stora belopp för industrin varje år.

Den här broschyren är en introduktion till problem med dålig oljerenhet samt orsaker till och lösningar på problemet. Informationen som presenteras är allmänt vedertagen. Den har sammanställts och utgivits av personalen på C.C.JENSEN A/S. Ta del av vår erfarenhet från över 65 år med oljeunderhåll inom olika typer av tillämpningar. Ett perfekt oljerengöringssystem kontrollerar nivån på alla typer av föroreningar.

Besök www.cjc.dk för mer information.



Innehåll

Sida	Kapitel	Sida	Kapitel
3	Introduktion	28	Induktivt kopplad plasma (ICP)
5	Innehåll	28	Elektrod med roterande skiva (RDE)
7	1 Kontroll av oljeföroreningar	29	Oljeanalyslogg
7	Slitage i oljesystem	30	Test för avlagringar
8	Partikelföroreningar	30	Membrane Patch Colorimetric (MPC)
10	Vattenföroreningar	30	Infraröd spektroskopi med
11	Löst vatten		Fourier-transform (FTIR)
11	Emulgerat vatten	31	Ultracentrifugtest (UC)
11	Fritt vatten	32	4 Rengöringsmetoder för olja
13	Oljenedbrytning	32	Filtertyper
14	Syraföroreningar	34	Glasfiberbaserade tryckfilter
15	2 Oljeprövtagning	35	Cellulosabaserade offlinefilter
15	Plats för oljeprövtagning	36	5 Filtreringsdefinitioner
16	Så tar du ett oljeprov	36	Nominell filtrering
19	3 Analyserapporter	36	Absolut filtrering
19	En bra oljeanalys besvarar	36	Betavärden
	de viktigaste frågorna	37	Smutskapacitet
19	En oljeanalys bör minst omfatta följande	37	Bypassventil i filter
20	Analysmetoder och analysintervaller	38	6 Installationsmetoder
21	Viskositet	38	Fullflödesfiltrering (inline)
21	Absolut/dynamisk viskositet	38	Offlinefiltrering
21	Kinematisk viskositet	40	7 Ekonomi
22	Partikelräkning	41	8 Beställning av ett filtreringssystem
22	Automatisk partikelräkning (ISO 11500)	41	Storlek för offlineoljefilter
22	Manuell partikelräkning (ISO 4407)	42	9 CJC®:s underhållssystem för olja
23	ISO-klassificeringstabell	43	10 Hantering av olja och oljesystem
24	AS/NAS-klasser	43	Ny olja i behållare
25	Utvärdering av partikelbestämning	43	Olja i systemet
	och maskinlivslängd	44	11 Rekommendationer vid köp av olja
26	Fukthalt	44	Testcertifikat och provtagning
26	Karl Fisher	44	Villkor
27	Syratal och bastal	45	Provtagning för ny olja
28	Grundämnesanalys	46	12 Bilaga
28	Atomemissionspektroskopi (AES)	47	13 Sakregister

Kontroll av oljeföroreningar

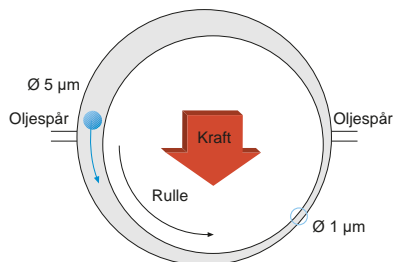
Det bästa sättet att kontrollera oljeföroreningar är att stoppa föroreningarna från att komma in i systemet. Detta omfattar att man försäkras om att alla maskindelar är rena när de installeras och att oljesystemen spolas noggrant innan de tas i drift. Dessutom måste oljesystemet vara så tätt som möjligt med fungerande tätningar och packningar samt avluftare med högkvalitativa ventilationsfilter för finpartiklar och avfuktning (ventilationsfilter med torkmedel och/eller blåsa).

Oljan bör förfiltreras innan den kommer i kontakt med maskindelar. Detta sker lämpligast med kontinuerlig filtrering i smörjutrymmet/på lagret eller åtminstone när oljan leds till maskinerna.

Kontroll av oljeföroreningar omfattar även underhållsprocedurer för påfyllning av olja, byte av reservdelar, oljeprovtagning etc.

Slitage i oljesystem

Alla maskiner som använder olja för kraftöverföring, smörjning eller förbränning påverkas av oljans skick. Oljan kommer i kontakt med alla delar i systemet och bör betraktas som lika viktig som blodet i människokroppen.



Figur 1: Smörjning av ett bärlager
Källa: Västerås PetroleumKemi AB

Partikelföroreningar

Fasta partiklar står för majoriteten av alla haverier i oljesystem. Mest skadliga är partiklar som är lika stora eller något större än den dynamiska toleransen mellan de rörliga delarna i oljesystemet (*figur 1, sidan 7*).

De dynamiska toleranserna i ett oljesystem är otroligt små. Figur 2 visar den minsta toleransen som finns i olika typer av delar.

Dynamisk oljefilm	
Komponent	Oljefilmens tjocklek i mikron (μm)
Bär-, glid- och hylslager	0,5–100
Hydraulcylindrar	5–50
Motorer, ring/cylinder	0,3–7
Servo och proportionalventiler	1–3
Kugghjulspumpar	0,5–5
Kolvpumpar	0,5–5
Rullager/kullager	0,1–3
Växellådor	0,1–1
Dynamiska tätningar	0,05–0,5

Figur 2: Dynamisk oljefilm

Källa: Noria Corporation

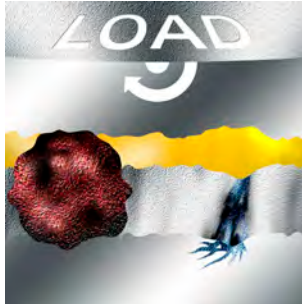
1 μm = 1/1 000 mm eller samma storlek som tobaksrök.

När små, slipande partiklar som sand och damm kommer in i oljesystemet leds de till kritiska maskindelar och kilas fast i de små utrymmena. Detta ger upphov till mikrosprickor som uppstår i ytan på t.ex. ett kullager. Last- och påkänningscyklerna sprider sprickorna under ytan och bryter ned metallen vilket frigör stora flisor (*figur 3, sidan 9*).

1. Instängd partikel



2. Första sprickorna



3. Sprickorna sprids av
belastning och påkänning



4. Ytan går sönder
+ partiklar frigörs



Figur 3: Utmattnings slitage

Stora mängder partiklar belastar oljans tillsatser. Rengörings- och dispergermedel kan få reducerad funktion om partikelföroreningarna inte fås under kontroll.

Hur ren oljan behöver vara i fråga om partikelföroreningar beror på maskindelarnas känslighet och hur stora följderna för ett haveri är som t.ex. kostnader för reservdelar, kostnader för driftavbrott, säkerhet etc.

Rekommendationer för att nå erforderlig oljerenhet, se sidan 25.

Vattenföroreningar

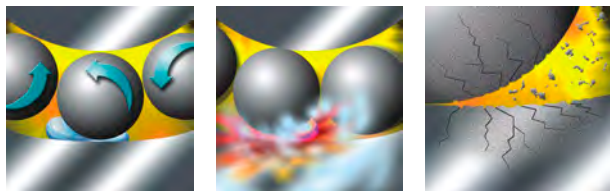
Vatten står för en stor del av alla mekaniska haverier. I vissa oljesystem som är i riskzonen för kraftig vattenförorening, som t.ex. inom pappersindustrin, är vatten den primära orsaken till havererande delar.

Vatten reducerar oljans smörjförmåga på grund av vattnets lägre viskositet och dåliga belastningskapacitet. När vattnet exponeras för de höga trycken i belastningszoner, som t.ex. lager och växellådor, kollapsar (imploderar) vattendropparna. Resultatet blir mikrostrålar som ger upphov till mikroskopisk porbildning på metallytorna och kan leda till kontakt mellan metalldelar när vattenångan pressar bort oljan kortvarigt. Fria vätejoner i vattnet kan dessutom förvärra situationen eftersom de tränger in i maskindelarna så att stålet blir skört och risken för sprickor ökar.

Vatten vållar också korrosion och erosion vilket i slutänden leder till punktfrätning.

Vatten fungerar dessutom som katalysator för oljenedbrytning och gör att oljan snabbare tenderar att oxidera och bilda harts, slam och avlagringar.

Figur 4: Kavitation och punktfrätning



Kavitation och punktfrätning

Uppstår i områden där det finns vatten och där olja komprimeras. Vattnet imploderar vilket får metallytorna att spricka och släppa ut fler partiklar.

Vatten förekommer i olja som:

- **Löst vatten:**
separata vattenmolekyler
spridda i oljan, ungefär
som fukt i luft.
- **Emulgerat vatten:**
spridda mikroskopiska
vattendroppar som svävar stabilt
i olja, ungefär som dimma i luft.
- **Fritt vatten:**
vatten som villigt sjunker
ned till tankens/sumpens
botten, ungefär som regn.

Vilken form vattnet i oljan antar varierar beroende på basoljetyper, tillsatser, tryck och temperatur. När vattnets form växlar från emulsioner till fritt vatten har vi passerat gränsen för **100 % relativ fuktighet (100 % RH)**, som oljan kan vidmakthålla vid en given temperatur och ett givet tryck (beroende på oljetyper, ned till 60 % RH).

En mineralbaserad hydraulolja har vanligen en mättnadspunkt (100 % RH) på runt 150 ppm vatten i olja vid 20 °C. Denna olja kan dock upplösa upp till 500 ppm vatten vid 60 °C (fortfarande vid 100 % relativ fuktighet). 50 % RH kan därför motsvara cirka 250 ppm vid 60 °C.

Andra oljetyper har andra mättnadspunkter, SAE-motoroljor har de högsta, och kan innehålla upp till några tusen ppm upplöst vatten. SAE-motoroljor ger också framför allt upphov till vattenemulsioner och frisätter sällan något vatten.

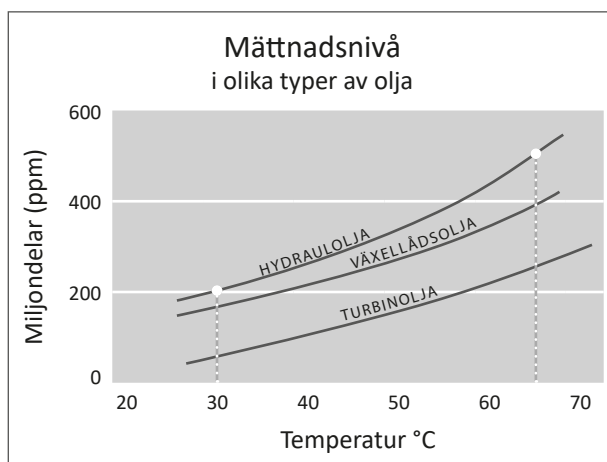
1 Kontroll av oljeföroreningar

Även upplöst vatten kan skada olja och maskinkomponenter, och därför bör man göra allt man rimligen kan för att ha så lite vatten i oljan som möjligt. Vi rekommenderar att hålla vattennivån under 60 % av mättnadsnivåerna i alla maskinsystem.

Att avlägsna vatten kan förlänga livslängden för lager, pumpar, ventiler, insprutningar m.m. (se figur 29 i bilagan, sidan 46).

Tyvärr anges vatteninnehållet i många oljeanalyserapporter med en så låg noggrannhet som < 0,1 %, vilket innebär mindre än 1 000 ppm. Be om ett Karl Fisher-reagenstest för att fastställa det faktiska vatteninnehållet, läs mer om detta på sidan 26.

Vatten ska aldrig förekomma i emulgerad eller fri form i olja



Figur 5:
Mättnadsnivåer i olika oljetyper, källa: MP Filtri

Exempel:

Hydraulolja vid 30 °C = 200 ppm = 100 % mättnad

Hydraulolja vid 65 °C = 500 ppm = 100 % mättnad

Oljenedbrytning

Oxidation Slam Avlagringar

Oljenedbrytningsprodukter eller mjuka föroreningar är ett vanligt problem inom många branscher. De är föregångare till avlagringar, som ofta kallas varnish, och är allmänt kända för att orsaka problem i både hydraul- och smörjoljesystem. När oljan bryts ner på grund av höga temperaturer, vatten eller kemiska föroreningar, som t.ex. koppar, förändras oljans sammansättning och egenskaper så att följande produkter kan bildas:

- aciditet i olja
- polymeriserade föreningar som löses upp i varm olja (kallas även slam eller harts)
- avlagringar som fälls ut på kallare maskindelar.

Avlagringsprodukter bildar ett klibbigt lager på metallytor och blockerar fintoleranser så att t.ex. flervägsventiler skär. Hårda partiklar i olika storlekar fastnar på det klibbiga lagret och bildar en sandpappersliknande, slipande yta som gör att maskinlitaget går fortare.

En annan konsekvens av avlagringar kan vara ineffektiva oljekylare, igensatta oljefilter, försämrad smörjning av lager etc.

Figur 6:
Avlagringar
på kolvventil



Om oljenedbrytningsprodukter faktiskt leder till problem i ett specifikt oljesystem beror på hur känsliga maskindelarna är.

Slam och avlagringar kan tas bort från oljan, *se det separata avsnittet "Rengöringsmetoder för olja" på sidan 32.*

Syraföreningar

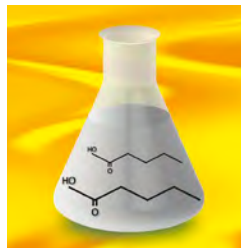
Aciditet kan uppstå i olja i form av biprodukter från oljenedbrytning, förbränning av gas eller bränsle, hydrolys av esterbaserade vätskor osv. Aciditeten i oljan bör begränsas eftersom den leder till kemisk korrosion på maskindelar och reducerar oljans livslängd, för att nämna bara ett fåtal negativa konsekvenser.

Syratalet, ibland kallat AN eller TAN, mäts med hjälp av titrering med en kraftig bas/alkali och anges som mängden kaliumhydroxid i milligram som krävs för att neutralisera syran i ett gram olja (mg KOH/g). *Läs mer på sidan 27.*

Syratalet bör inte vara mer än 0,5 AN högre än hos ny olja och om den är mer än 1 AN högre krävs omedelbara åtgärder (om den nya oljan alltså har 0,5 AN, är 1,0 AN kritiskt och 1,5 AN alarmerande).

Aciditet kan neutraliseras eller tas bort från oljan på olika sätt. Det mest uppenbara är att använda oljans alkalinitet för att neutralisera tillkommande aciditet. Detta görs i smörjolja för gas- och dieselmotorer med hjälp av högre basnummer (BN eller TBN). Tumregeln är att byta ut smörjoljan om BN sjunker under 30 % av BN för ny smörjolja.

Aciditet som uppstår vid hydrolys i esterbaserade vätskor (HFD-vätskor) som används t.ex. i turbinkontrollsystem kan orsaka stora skador. Syratalsom är tjugo gånger högre än syratalet för ny olja har förekommit, något som leder till allvarlig syrakorrosion på systemkomponenter. I den här typen av vätskor kan syratalet sänkas och hållas stabilt med en neutraliserande katalysator som jonbytarharts, blekjord eller aluminiumoxider. C.C.JENSEN har den här typen av jonbytarmedium i kombination med finfilter i sitt sortiment.



Figur 7:

Olja med höga AN/TAN-tal har kort livslängd

Oljeprovtagning

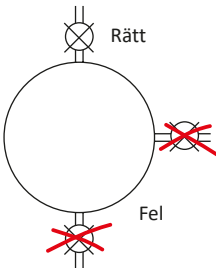
För att få representativa prov:
Ta proven under
driftförhållanden
(temperatur, last osv.)

Syftet med oljeprovtagning är att använda oljan som en budbärare för att ta reda på hur maskinen mår. Oljeprovtagningen är första steget för att nå högsta möjliga prestanda och tillförlitlighet hos maskinerna till lägsta möjliga kostnad. Inledande prover används som referensvärden och för att hitta maskiner med kritiska nivåer. Rutinprovtagning används för dokumentering av att målen uppnås och den kan även visa på onormalt slitage som behöver åtgärdas.

Analysens kvalitet beror i första hand på korrekt provtagning och hantering av provet och i andra hand på kvaliteten på det laboratorium som utför analysen. Kunskap om var och hur provet ska tas är av största vikt och arbetet kräver yttersta noggrannhet.

Plats för oljeprovtagning

Som figur 8 visar bör man ta oljeprovet från ett uppåtgående rör eller en krök med turbulent flöde för att få ett representativt prov. Provtagningspunkter på den nedre delen av ett rör ökar andelen partikelavlagringar i provtagningsventilen.

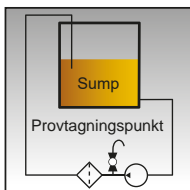


Figur 8:
Tvärsnitt av rör med
provtagningsventiler

Källa:
Västerås
PetroleumKemi AB

Den bästa platsen för att ta ett prov för att ta reda på maskindelarnas tillstånd är nedströms från maskinen före filtrering och innan oljan returneras till systemtanken. Detta visar resultatet av eventuellt slitage i maskinen. Den bästa garantin för ren olja i systemet är provtagning från den mest förorenade delen av oljesystemet – systemtankens nedersta dräneringspunkt. Den nedersta dräneringspunkten är normalt sett där offlinesystemet/det externa filtreringssystemet är anslutet, och ett godkänt oljeanalysprov taget mellan pumpen och filterhuset på ett offlinefilter blir därmed den bästa garantin för att oljan och systemet är rena.

2 Oljeprovtagning



Om det inte finns något offlinefiltersystem kan en vakuumpump användas för provtagning. I de fallen bör provet tas 10 cm från den lägsta delen av tanken (*se sidan 18*).

Så tar du ett oljeprov – mellan pumpen och offlinefiltret

Följande krävs för att ta ett oljeprov:

- en godkänd partikelfri behållare av glas eller hårdplast (100–200 ml)
- en trasa
- en öppen oljedunk på ca fyra liter.

Läs följande anvisningar noggrant innan du tar oljeprovet.

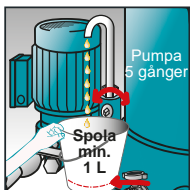
Oljeprovtagningens steg

Kontrollera att oljesystemet fungerar korrekt.

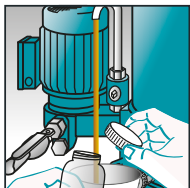
1. Placera oljebehållaren under provtagningsventilen.
2. Öppna och stäng ventilen fem gånger och låt den vara öppen.
3. Spola röret genom att tappa av en liter i behållaren.
4. Öppna provtagningsflaskan. Håll locket i handen så att det inte blir smutsigt.
5. Håll flaskan under oljeflödet **utan att den vidrör provtagningsventilen eller avtappningsröret**. Fyll flaskan till ca 80 %.
6. Sätt locket på flaskan direkt efter att provtagningen är klar.
7. Stäng provtagningsventilen.
8. Fyll i etiketten och sätt den på provflaskan.
9. Lägg provflaskan i en plastpåse, förpacka den väl i en kartong och skicka den via post eller bud.

Alla prover ska märkas tydligt med nummer, provtagningsplats, datum, oljetyp och oljetillverkare (*se exempel på sidan 17*).

Steg 1–3



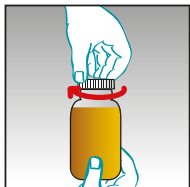
Steg 4



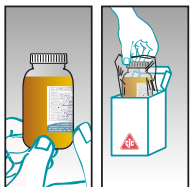
Steg 5–6



Steg 7



Steg 8–10



Figur 9:

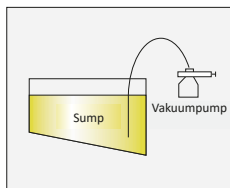
Oljeprovtagning mellan pumpen och offlineoljefiltret

CJC 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™ Insert Type: B9 15/25
Fluid Operating Hours:	8000	CJC™ Filter Pressure (bar): 0,5
Note:		

Figur 10: CJC® oljeprovsetikett

Kom ihåg att du
aldrig kan få ett prov att verka bättre/renare
än vad oljan i systemet är,
men det är lätt att försämma det!

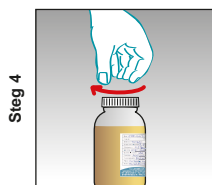
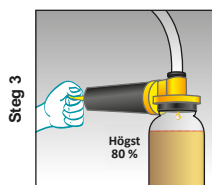
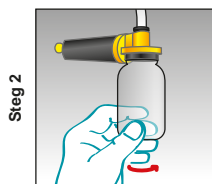
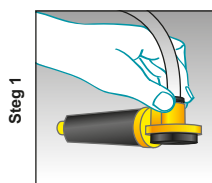
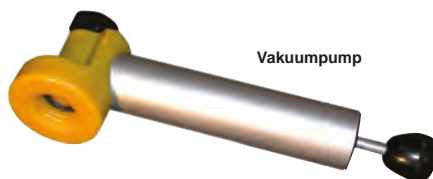
2 Oljeprovtagning



Så tar du ett oljeprov – med en vakuumpump

Följ instruktionerna som medföljde pumpsatsen.

Nedanstående illustrationer visar CJC®:s oljeprovtagningssats.



Oljeprovtagningens steg

1. Skär till en lämplig bit slang från rullen. **Använd en ny slang varje gång.** Tryck fast slangen på pumphuvudet. Spola alltid slangen med 2 liter olja före provtagningen.
2. Skruva fast flaskan på pumphuvudet.
3. Skapa ett vakuum i flaskan genom att pumpa några gånger och fyll flaskan till ca 80 %.
4. Stäng locket.

Sänk den andra änden av plastslangen så att den befinner sig i mitten av tanken och 10 cm ovanför dess nedersta del.

Se till att slangen inte vidrör väggarna eller botten på tanken.

Det kan vara enklare att placera provslangen rätt om man sätter fast den vid en stång. Ett fast pitotrör monterat på en tredjedel av höjden över tankens botten är också att rekommendera.

Sätt på locket på flaskan och se till att **etiketten fyllts i med alla uppgifter** enligt *exemplet på sidan 17*.

Figur 11:
Oljeprovtagning
med vakuumpump

Analysrapporter

En oljas återstående livslängd kan bestämmas genom att basoljan och tillsatserna studeras vid en oljeanalys. En tumregel är att tillsatshalten i begagnad olja ska vara minst 70 % av tillsatshalten i ny olja (ref. Noria Corporation). Det är därför mycket viktigt att provtagningar görs på varje inkommande oljefat/batch för att fastställa baslinjevärdet. Detta gör även att det går att förhindra att en felaktig oljebatch används. Att bestämma huruvida oljan ska bytas ut baserat på tid eller drifttimmar är kostsamt och onödigt. Det bästa är om oljebytena styrs av oljans skick – och det är här oljeanalysen kommer in i bilden.

En bra oljeanalysrapport besvarar de viktigaste frågorna:

- Går det att fortsätta använda oljan? Är alltså basoljans egenskaper och tillsatser intakta?
- I vilket skick är maskinen? Har en kritisk slitagesituation uppstått?
- Vilka föroreningsnivåer kan identifieras? Fungerar tätningar, luftning och filter som de ska?
- Accelererar oljenedbrytningen? Kan ett allvarligt avlagringsproblem uppstå inom kort?



Figur 12:
Nedbruten hydraulolja jämfört med ny olja
Källa: C.C.JENSEN A/S

En oljeanalys bör minst omfatta följande:

- Viskositet
- Partikelantal
- Fukt-/vatteninnehåll i ppm
- Syratal
- Grundämnesanalys (partikel- och tillsatshalt)

Det rekommenderas att analyserna utförs av ett oberoende laboratorium med expertkunskaper om såväl smörjmedel som oljans specifika användningsområde.

3 Analysrapporter

Flera analyser kan också krävas beroende på aktuellt användningsområde. I oljesystem som är särskilt utsatta för avlagringsproblem (t.ex. gasturbiner och hydraulstyrssystem) bör även ett avlagringstest göras.

Motorsmörjoljor för dieselmotorer måste testas med avseende på bränsleutspädning, sot, bastal (BN) osv. Olika användningsområden kräver olika typer av oljeanalyser. Den här broschyren fokuserar på de fem analyser som utförs oftast.

Analysmetoder och analysintervaller

Det är viktigt att det finns ett baslinjeprover från färsk, ny olja innan en trend kan etableras. Detta används som referens för senare jämförelse, t.ex. för att kontrollera att tillsatserna fortfarande har effekt.

I inledningsfasen av ett övervakningssystem för olja måste analyser utföras regelbundet, minst en gång var tredje månad, men helst en gång per månad för att etablera en trend. En användbar trend består av minst fem progressiva prover från samma oljesystem tagna vid samma driftvillkor.

Varje oljesystem bör ha en loggbok där analysresultaten antecknas. Loggboken ska även innehålla information om oljetyper, oljebyten, haverier, eftersträvad ISO-renhetskod och resultaten av oljeanalyserna.

Viskositet

Viskositeten är den enskilt viktigaste egenskapen hos ett smörjmedel. Den separerar maskinytorna under belastning, rotation och övriga påfrestningar. Även små ändringar av viskositeten som 15 % åt ena eller andra hållet kan orsaka funktionsfel och allvarligt maskinslitage.

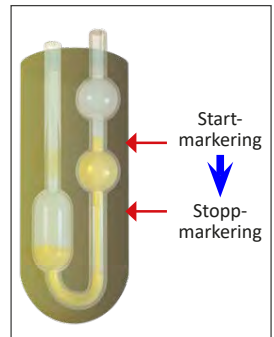
En viskositetsmätning utförs vid 40 °C om inget annat anges. Motorsmörjoljor testas ofta vid 100 °C. Eftersom viskositeten varierar med temperaturen, måste den temperatur som viskositeten mäts vid alltid noteras.

Absolut/dynamisk viskositet (cP) uppmäts som det motstånd som uppstår när en axel roteras i olja i en vätskebehållare (uppvärmd till 40 eller 100 °C). Absolut/dynamisk viskositet i cP fastställs efter 5 minuter vid vald hastighet och temperatur.

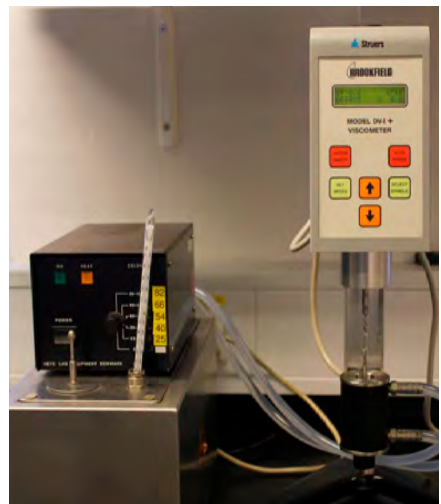
Kinematisk viskositet (cSt) beräknas genom att den dynamiska viskositeten divideras med oljans densitet. Kinematisk viskositet kan också mätas med hjälp av ett U-format kalibrerat glasrör – en viskosimeter.

Observera att viskositeten kan avvika med 10 % enligt DIN 51519. Det innebär att ISO VG 320 kan ligga i intervallet 288–352 cSt.

När det gäller viskositetsindex, ritas kinematisk viskositet vid 40 och 100 °C ut i ASTM-standarddiagram för viskositet/temperatur, avsedda för flytande petroleumprodukter (ASTM D 341).

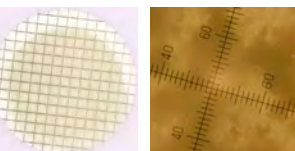


Figur 13: Viskosimeter som mäter kinematisk viskositet (cSt)



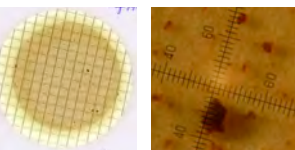
Figur 14: Utrustning för test av dynamisk viskositet (cP)

Partikelräkning



ISO 11/10/6

Eftersom partikelförorening av oljan är en av huvudorsakerna till maskinhaverier är övervakningen av hårda föroreningar av yttersta vikt. ISO 4406/2017-metoden för kodning av föroreningsnivån av solida partiklar är ett klassificeringssystem som omvandlar ett visst partikelantal till en ISO-klass. Det är inte en testmetod.

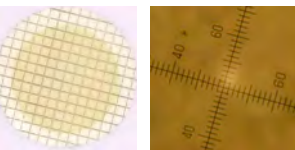


ISO 18/17/15

De testmetoder som oftast används för att räkna partiklar är:

Automatisk partikelräkning (i enlighet med ISO 11500)

Föroreningsnivån i ett vätskeprov bestäms genom automatisk partikelräkning, med hjälp av absorptionsprincipen.

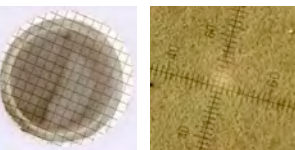


ISO 13/12/7

Automatiska partikelräknare: **≥ 4 , ≥ 6 och $\geq 14 \mu\text{m}$**
(vissa typer har även större mikronstorlekar)

Manuell partikelräkning (i enlighet med ISO 4407)

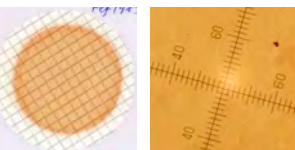
Partiklarna räknas manuellt med hjälp av membran (porstorlek max 1,5 mikron) och ett optiskt mikroskop.



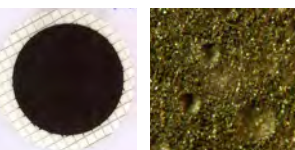
ISO 20/18/13

Partikelstorlekar vid manuell räkning: **≥ 2 , ≥ 5 och $\geq 15 \mu\text{m}$**

I enlighet med ISO 4407 är 5 och 15 μm likvärdiga med 6 och 14 μm vid användning av en automatisk partikelräknare som har kalibrerats i enlighet med ISO 11171.



ISO 15/13/8



ISO 24/23/20

Figur 15:
Testmembran och
mikroskopbilder på
olika föroreningsnivåer

ISO-klassificeringstabell

Ett typiskt prov från en ny oljebatch innehåller följande per 100 ml:

450 000 partiklar ≥ 4 mikron
 120 000 partiklar ≥ 6 mikron
 14 000 partiklar ≥ 14 mikron

I ISO-klassificeringstabellen (till höger) har det här oljeprovets föroreningsklassen 19/17/14.

Vissa laboratorier anger partikelbestämningen per milliliter istället för per 100 milliliter (framför allt i USA).

Obs! ISO-klassen följer en logaritmisk skala. Det innebär att ett fördubblat partikelantal motsvarar en ökning av ISO-klassen med ett.

Antalet partiklar per 100 ml vätska utifrån storleksintervall		
Mer än	Upp till	ISO-klass
8 000 000	16 000 000	24
4 000 000	8 000 000	23
2 000 000	4 000 000	22
1 000 000	2 000 000	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: Föroreningsklasser enligt ISO 4406/2017-standarden

3 Analyserapporter

AS-/NAS-klasser

Den amerikanska standarden NAS 1638 ändrades 2001 till AS4059 (utgåva E) som anses vara ett betydande framsteg eftersom den presenterar data kumulativt ($> X \mu\text{m}$) istället för i intervaller ($X-Y \mu\text{m}$), introducerar en renare klass (000) och utökar storleksintervallet för mindre storlekar ($> 4 \mu\text{m}$) för ökad noggrannhet.

Korrelationstabell för att jämföra ISO med AS/NAS					
Storlek	Max. föroreningsgränser (partiklar/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**	$> 4 \mu\text{m}(c)$	$> 6 \mu\text{m}(c)$	$> 14 \mu\text{m}(c)$	$> 21 \mu\text{m}(c)$	$> 38 \mu\text{m}(c)$
Storlekkod	A	B	C	D	E
Klass 000	195	76	14	3	1
Klass 00	390	152	27	5	1
Klass 0	780	304	54	10	2
Klass 1	1 560	609	109	20	4
Klass 2	3 120	1 220	217	39	7
Klass 3	6 520	2 430	432	76	13
Klass 4	12 500	4 860	864	152	26
Klass 5	25 000	9 730	1 730	306	53
Klass 6	50 000	19 500	3 460	612	106
Klass 7	100 000	38 900	6 920	1 220	212
Klass 8	200 000	77 900	13 900	2 450	424
Klass 9	400 000	156 000	27 700	4 900	848
Klass 10	800 000	311 000	55 400	9 800	1 700
Klass 11	1 600 000	623 000	111 000	19 600	3 390
Klass 12	3 200 000	1 250 000	222 000	39 200	6 780

* ISO 4402 eller optiskt mikroskop.

Partikelstorlek baserat på längsta måttet.

** ISO 11171 eller elektronmikroskop.

Partikelstorlek baserat på ekvivalent diameter för projicerad area.

Figur 17: Renhetskodsystem AS4059 jämfört med ISO

Utvärdering av partikelbestämning och maskinlivslängd

I figur 28 på sidan 46 finns en tabell som visar hur livslängden ökar. Tabellen beskriver den förväntade ökningen av livslängden när oljerenheten förbättras. Varje kvadrant representerar en maskintyp:

- kvadranten längst upp till vänster avser hydrauldelar och dieselmotorer
- kvadranten längst upp till höger avser rullager
- kvadranten längst ned till vänster avser maskiner med bärlager, t.ex. turbiner och turbomotorer
- kvadranten längst ned till höger avser växellådor och andra delar som inte omfattas av övriga kvadranter

Om t.ex. den aktuella oljerenheten för en växellåda är ISO 22/20/17 och oljan renas till ISO-renhetskoden 16/14/11 förväntas **livslängden för växellådan öka 2,5 gånger**. Ett renhetsmål bör specificeras för varje oljefyllt system. Detta är ett grundläggande krav för att garantera tillförlitligheten till lägsta möjliga kostnad.

Figur 18 visar rekommenderade ISO-renhetsnivåer i olje- och bränslesystem. Ny olja är normalt sett förorenad med partiklar upp till ISO 19/17/14.

ISO-kod	NAS 1638	Beskrivning	Lämplig för	Smuts/år
ISO 14/12/10	NAS 3	Mycket ren olja	Alla oljesystem	7,5 kg*
ISO 16/14/11	NAS 5	Ren olja	Servo och högtryckshydraulik	17 kg*
ISO 17/15/12	NAS 6	Lätt förorenad olja	Hydraulik av standardtyp och smörjoljesystem	36 kg*
ISO 19/17/14	NAS 8	Ny olja	System med medelhögt till lågt tryck	144 kg*
ISO 22/20/17	NAS 11	Mycket förorenad olja	Inte lämplig för oljesystem	> 589 kg*

Figur 18: Föroreningsguide för **olja-** och **bränslesystem**

*) Mängden smuts som flödar genom pumpen per år om oljan flödar med 200 l/min, 18 timmar om dagen, 340 arbetsdagar per år.

Fukthalt

De flesta laboratorier börjar med ett vattenkontrolltest som kallas för ett **frästest**. Det innebär att en droppe av det smörjmedel som ska testas appliceras på en värmeplatta (160 °C). Fukten i oljan evaporerar, vilket får den att fräsa. Det här testet ger endast en indikation på fukt i oljan, och om fräsandet uteblir innebär detta normalt att fukthalten i den testade oljan är mindre än 0,1 procent (1 000 ppm). Om frästestet uppvisar tecken på fukt krävs en mer exakt testmetod.

Karl Fisher-titrering (KF-titrering) är exakt ned till under 10 ppm fukt i olja (ASTM D 6304) och baseras på hur jod reagerar med vatten i en Karl Fischer-reagens. Joden genereras elektrolytiskt, vid anoden, och reagerar med vatten i provet. Joden förbrukas så länge det finns vatten och den överskjutande joden anger titreringens slutpunkt. Baserat på den här principen kan fukthalten bestämmas direkt utifrån hur mycket elektricitet som krävs för elektrolysen.

Bestämningen av fukthalten med hjälp av KF kan ske volumetriskt eller coulometriskt, direkt eller indirekt. Resultatet anges i ppm.

Direkt KF-titrering av oljor med höga tillsatsnivåer rekommenderas inte eftersom dessa kan ge upphov till sidoreaktioner med KF-reagensen och därigenom ge en felaktig indikation på ökat vatteninnehåll.

Den indirekta eller ugnsbaserade KF-metoden fungerar så att en torr luftström får passera genom det uppvärmda provet. Den fukt som frigörs överförs från ugnen till titreringskammaren.



*Figur 19:
Utrustning som används
för den indirekta
Karl Fisher-metoden*

Syratal och bastal

Syratalet (AN/TAN) är ett mått på syranivån i industrismörjmedel, t.ex. hydraul- och växellådsoljor. Aciditeten bestäms genom titrering och anges som den mängd kaliumhydroxid (KOH) som krävs för att neutralisera syrorna i ett gram olja, i enlighet med ASTM D 664. Resultatet anges i mg KOH/gram.

Ett förhöjt syratal är ofta ett tecken på nedbrytning av oljan (avlagring). Vissa tillsatser, som svavel, ger ett högt inledande syratal i ny olja, t.ex. 1 mg KOH/g. Det är därför viktigt att känna till den nya oljans baslinjevärde för att kunna följa det ökande syratalet i den begagnade oljan.

Tumregel:

Varningsnivå: Syratal ny + 0,5 mg KOH/g

Kritisk nivå: Syratal ny + 1,0 mg KOH/g

För motorsmörjoljor uppmäts **bastalet (BN/TBN)**, eftersom de oljorna innehåller tillsatser (renings- och dispergeringsmedel) som används för att neutralisera den aciditet som genereras som en bieffekt av förbränningsprocessen, t.ex. i form av svavelsyra.

Bastalet övervakas för att säkerställa att halten av syraneutraliserande tillsatser är acceptabel. Titreringen med kaliumhydroxid ger ett resultat i mg KOH/gram.

Tumregel:

Varningsnivå: Bastal ny minus 50 %

Kritisk nivå: Bastal ny minus 70 %



Figur 20:
Utrustning för test av aciditet

Grundämnesanalys

Atomemissionsspektroskopi (AES) används för att bestämma halten av tillsatser, metallpartiklar och föroreningar i smörjmedlet. Trenden är mycket viktig så man bör alltid ha en baslinje som visar tillsatsen i ny olja.

Så här fungerar det:

Vid överhettning av provet omvandlas oljan och de ingående grundämnena till "lampor" som avger atomljus. Ljuset analyseras för att ta reda på vilka våglängder som förekommer och vilken intensitet de har. Våglängderna motsvarar ett specifikt grundämne (t.ex. järn) och intensiteten anger koncentrationen (i ppm). Koncentrationen av ett viss grundämne/en viss metall utgörs av summan av både mycket fina partiklar och upplösta metaller i oljan.

Två standardmetoder används:



Figur 21:
Illustration
av ICP.
Källa:
Noria Corp

Induktivt kopplad plasma (ICP i enlighet med ASTM D 5185).

Här nebuliseras provet för att bilda en aerosol. När aerosolen når plasman är dropparna mycket små, vanligen 3–5 mikron. Det innebär att metallpartiklar som är större än 5 mikroner inte kan detekteras med denna metod.

Elektrod med roterande skiva (RDE i enlighet med ASTM D 6595).

I det här instrumentet vaporiseras oljan och exciteras med hjälp av en högspänningsurladdning mellan en elektrod och en roterande kolskiva. RDE detekterar och kvantifierar grundämnen som är upp till cirka 10 mikron stora.



Figur 22:
Illustration av RDE. Källa: Noria Corp

AES är en av de oftast använda oljeanalyserna, men eftersom provet måste vara helt vaporiserat är det nästan omöjligt att detektera partiklar som är större än 5–10 mikron. Metallflisor från tungt belastade kuggväxlar (adhesivt slitage) kan inte detekteras utan att någon annan typ av test utförs. Större metallpartiklar kan upptäckas med hjälp av partikelräkning, järndensitet eller magnetindikatorer i oljan.

Oljeanalyslogg

Exempel på hydrauloljeanalys som omfattar baslinjevärde för ny olja, varningsnivå och kritisk nivå

Oljeanalyslogg			
Parameter	Baslinje	Varningsnivå	Kritisk nivå
Partikelantal ISO 4406	15/13/10 (förfiltrerad)	17/15/12	19/17/15
Viskositet (cSt)	32	låg 29 hög 35	låg 25 hög 38
Syranummer (AN, mg KOH/g)	0,5	1,0–1,5	över 1,5
Fukt (KF i ppm)	100	200–300	över 300
Grundämnen (i ppm) Fe	7	10–15	över 15
Al	2	20–30	över 30
Si	5	10–15	över 15
Cu	5	30–40	över 40
P	300	220	150 och under
Zn	200	150	100 och under
Oxidation (FTIR)	1	5	över 10
Järndensitet (PQ, WPC, DR)	-	15	över 20

Figur 23: Exempel på oljeanalyslogg



Test för avlagringar

Många typer av analys kan ge indikationer på nedbrytning av oljan, t.ex. att syratalet (AN) och viskositeten ökar, men på C.C.JENSEN har vi upptäckt att följande ger en väldigt god bild av problemet med avlagringar:

1. Ett kolorimetriskt test med membrankudde (MPC i enlighet med ASTM D 7843) visar förekomsten av slam/harts/avlagringar i oljan genom avfärgning i en vit cellulosakudde (0,45 mikrons porstorlek). Detta ger en indikation även på de oljenedbrytningsprodukter som är lösta i oljan och som eventuellt kan leda till avlagringar på maskindelar (beroende på oljetemperaturen). Färgen på avsättningarna på membranet analyseras med en spektrofotometer. Ju mörkare färg och ju högre siffra (normalt sett upp till 100), desto större är risken att avlagringar bildas.

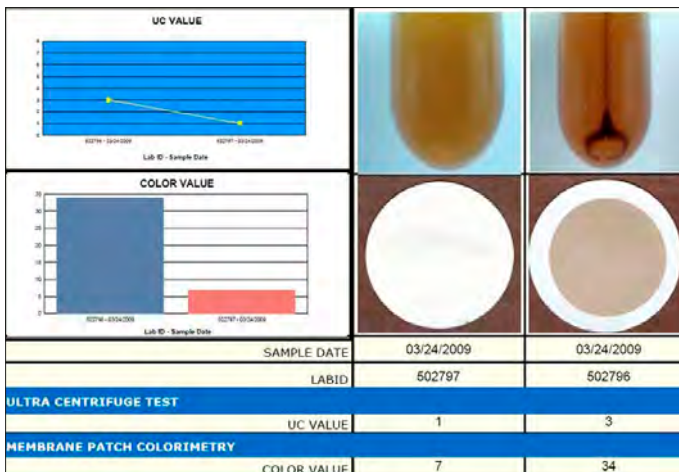
MPC-testet har utvecklats för turbinoljor och rekommenderas inte för oljor med högt partikelinnehåll, eftersom alla partiklar påverkar membranets färg och därigenom analysen, även om de inte ökar risken för avlagringar.

2. Infraröd spektroskopi med Fourier-transform (FTIR i enlighet med ASTM E 2412). FTIR-spektrumet genereras genom att graden av infraröd absorption i området 4 000–500 cm^{-1} uppmäts när infrarött ljus passerar genom ett oljeproov. Det är en kostnadseffektiv analys som detekterar oljenedbrytning/avlagring och även andra föroreningar, som glykol, bensen, sot, fel oljetyper osv. Oljenedbrytningsprodukter som aldehyder, ketoner och karboxylsyror innehåller alla dubbelbindningar mellan kol- och syreatomer (karbonylgrupper). De här karbonylgrupperna absorberar infrarött ljus i området 1 740 cm^{-1} av det infraröda spektrumet. I takt med att nedbrytningen ökar kommer absorptionstoppen att stiga i det här området. Avvikelser förekommer mellan oljetyper, tillsatser, typ av nedbrytning osv. Det termiska genombrottet för basoljan syns inte vid 1 740 cm^{-1} . I stället syns en topp vid 1 640–1 600 cm^{-1} (nitreringstopp).

Liksom de flesta övriga analyser är FTIR till störst nytta när en trend ska följas.

3. Ultracentrifugtest (UC) drar nytta av centrifugalkraften för att extrahera slam och avlagringar till botten av provröret. Densiteten och storleken på det koncentrerade materialet jämförs sedan med en visuell sedimentskala så att man får ett nummer mellan 1–8 (där 8 är sämst).

UC-testet visar de faktiska avlagringarna och olösliga föroreningarna i oljan. Oljenedbrytning som visas i det här testet leder till avlagringar på systemkomponenter. UC-testet rekommenderas inte för olja som är kraftigt förorenad av partiklar eftersom det döljer resultatet och inte heller för ester- eller glykolbaserade vätskor eftersom tyngdkraften spelar en avgörande roll i UC-testet. UC- och MPC-test är mycket användbara verktyg för att vidta åtgärder som t.ex. installera ett filter eller byta oljan.



Figur 24: UC-analys och MPC-testresultat

4 Rengöringsmetoder för olja

Rengöringsmetoder för olja

Det finns ett flertal metoder för oljerengöring:

Metod	Rengöring
Cellulosabaserade offlinefilter	Reducerar halten fasta partiklar, vatten och oljenedbrytningsprodukter. Jonbytesmedia kan tillsättas för att minska aciditeten.
Glasfiberbaserade tryckfilter	Reducerar antalet fasta partiklar
Elektrostatiskt filter	Reducerar antalet fasta partiklar och oljenedbrytningsprodukter
Centrifugalseparator	Reducerar antalet fasta partiklar som har en högre densitet än olja och vattnet
Vakuumfilter	Reducerar vatten- och luftinnehållet

Figur 25: Metoder för oljerengöring

Alla de ovan nämnda teknikerna finns på marknaden. Glasfiberbaserade tryckfilter och cellulosabaserade offlinefilter föredras oftast på grund av sin effektivitet och ekonomi. Båda dessa oljefiltertekniker fungerar bäst under konstanta förhållanden, dvs. jämnt flöde och tryck.

Cellulosabaserade djupfilter placeras ofta i en separat offlinekrets och under de här stabila förhållandena fångar det upp majoriteten av föroreningarna i oljan. Glasfiberbaserade tryckfilter kan installeras i en oljekylkrets eller som ett sista fullflödesfilter uppströms i oljesystemet.

Filtertyper

Den bästa metoden för att filtrera ut fina partiklar, vatten och avlagringar är att installera ett offlinefilter. Ett offlinefilter ska gå kontinuerligt och cirkulera oljevolymen i systemet flera gånger per dag. Vid lågt tryck och lågt flöde kan man välja ett tätt filtermedium med hög finfiltrering (< 3 mikrons filtrering).

Det cellulosabaserade offlinefiltret är uppbyggt som en labyrint där oljan passerar genom flera lager av cellulosa. De största partiklarna fastnar på filterinsatsens yta medan mindre partiklar följer med in i filterinsatsen och fastnar i filtermaterialet, vilket ger en hög smutskapacitet. Den här typen av filter kan också installeras i en bypasskrets som stryper systempumpens tryck. Ett cellulosabaserat offlinefilter tar

även bort vatten genom absorption eller koalescering samt borttagning av oljenedbrytningsprodukter som slam och avlagringar från oljan. Avlagringar kan avlägsnas från oljesystemet med tillsatser av rengörings- och dispergermedel i oljan, men oljan måste rengöras från partiklar, vatten och slam innan tillsatserna kan göra sitt jobb. Eftersom slam och avlagringar faller ut från kall olja, vanligen mellan 10–40 °C är det mycket effektivt att kyla oljan i offlinefilterkretsen kombinerat med ett cellulosa-baserat djupfilter.

CJC®-offlineoljefilter avlägsnar oljenedbrytningsprodukter som slam och avlagringar genom en polär attraktion till filtermediet. En kombination av adsorption och absorption fyller alla cellulosa-fibrer med oljenedbrytningsprodukter tills insatsen är helt mättad. CJC®-filterinsatser klarar upp till 4 kg avlagringar beroende på typ.

Konventionella inlinetryckfilter är vanligtvis glasfiberbaserade eftersom de måste fungera under högt tryck och högt flöde samtidigt som de stryper flödet så lite som möjligt. Filterelementen är veckade för att ytan ska bli större och reducera tryckfall.

Eftersom de är installerade efter huvudsystempumpen utsätts de ofta för cykliska flöden och många stopp och starter vilket är mycket skadligt för alla typer av filter. Att fånga upp och hålla kvar fina slampartiklar är därför mycket svårt och skälet till att dessa inlinefilter är klassade för 10–30 mikron. Problemet är att de redan kvarhållna partiklarna frigörs på nytt när filtret utsätts för tryckstötter vid stopp och start.

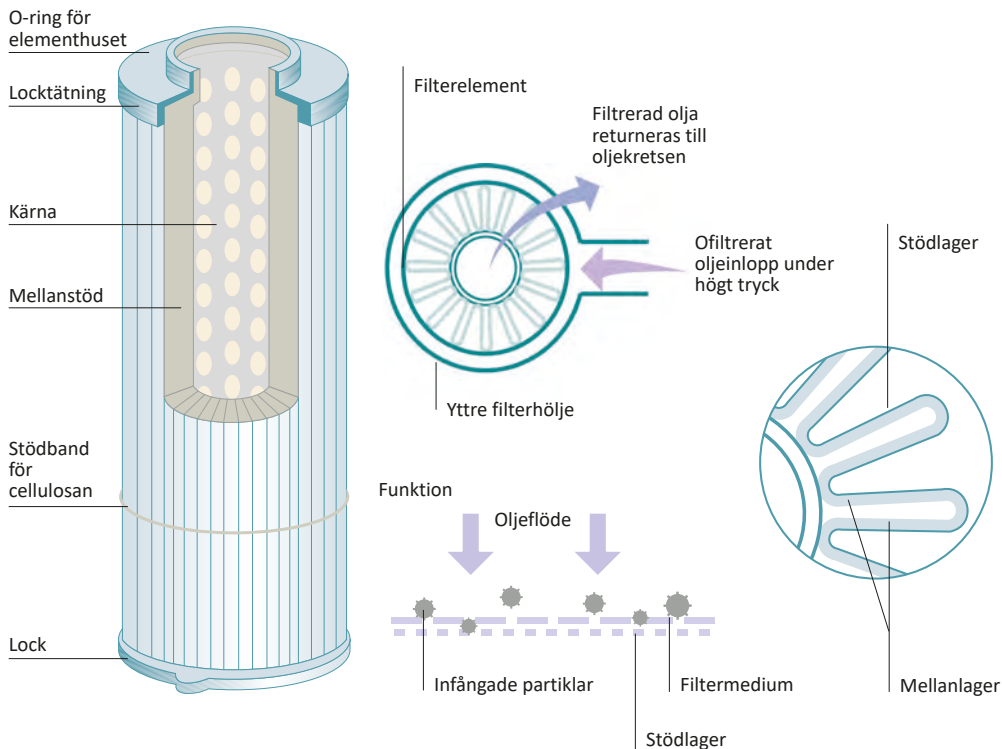
Glasfiberbaserade tryckfilter kan endast avlägsna fasta partiklar och har en begränsad smutskapacitet på grund av filtrets lilla djup och volym.

Se illustrationerna på sida 34–35.

Moderna oljesystem använder ofta en kombination av de två rengöringssystemen där offlinefiltret avlägsnar föroreningar och inlinetryckfiltret fungerar som en säkerhet före kritiska komponenter.

4 Rengöringsmetoder för olja

Glasfiberbaserade tryckfilter

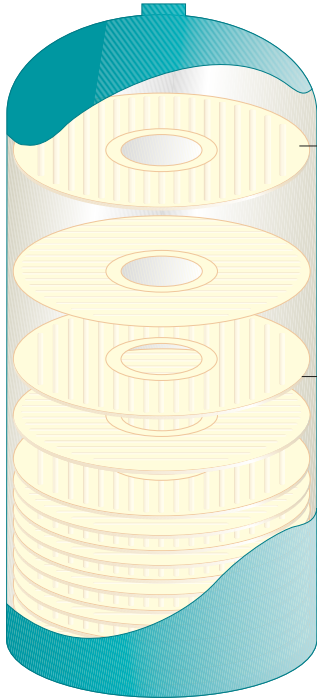


Tryckfilter har en begränsad smutskapacitet som normalt ligger mellan 1 och 100 gram, vilket gör att filterelementet måste bytas ut med korta intervaller för att filtreringen ska bli effektiv.

Normal filtreringsgrad för inlinetryckfilter är 5–50 mikron.

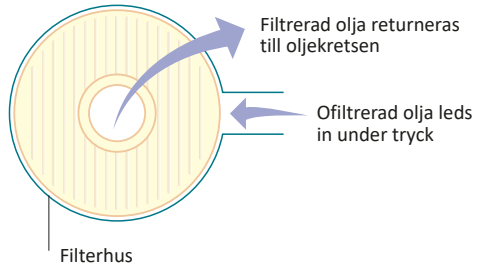
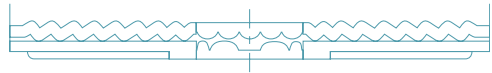
Konventionella glasfiberbaserade inlinetryckfilter absorberar inte vatten och håller inte kvar oljenedbrytningsprodukter som slam och avlagringar.

Cellulosabaserade offlinefilter



Filterinsats

Tillverkad av korrigerade cellulosaaskivor som sitter fästa i varandra med en 90° förskjutning. Detta skapar en rad hopkopplade ytor med räfflor som går i riktning nord-syd och öst-väst.

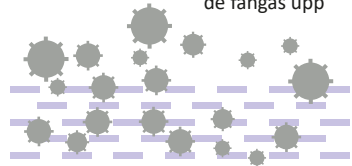


CJC® offlineoljefilter har en hög smutskapacitet på ca 4 l fasta partiklar, upp till 2 l vatten och 4 l oljenedbrytningsprodukter (avlagringar). CJC® offlineoljefilter behöver normalt sett endast bytas en gång om året.

CJC® offlineoljefilter filtrerar effektivt ner till 3 µm absolut och avlägsnar vatten och oljenedbrytningsprodukter (oxidationsprodukter, harts, slam och avlagringar) från oljan, renar maskindelar och hela oljesystemet kontinuerligt.

Funktion

Partiklar passerar genom filterlabyrinten tills de fångas upp



5 Filtreringsdefinitioner

Filtreringsdefinitioner

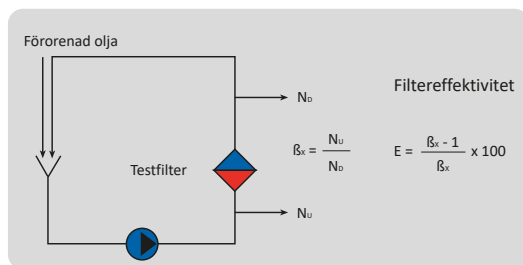
Nominell filtrering är uppskattade värden som anger ett intervall för partikelstorlekar som filtret enligt tillverkaren avlägsnar en given andel av. Det finns ingen standard för detta, så olika produkter och modeller går inte att jämföra. Drifttryck och koncentrationen av föroreningar påverkar filtreringseffektiviteten.

Absolut filtrering beskriver porstorleken och indikerar den största partikelstorleken som kan passera genom filtret. Filtret måste uppfylla en standardiserad testmetod för den avsedda filteranvändningen. Värdet för cellulosa-baserade offlinefilter är ofta 3 µm absolut eller lägre. Värdet för glasfiberbaserade tryckfilter varierar beroende på kraven för de systemdelar som ska skyddas.

Betavärdena beskriver filtrets effektivitet vid olika partikelstorlekar. Värdet skrivs β_x , där x står för den aktuella partikelstorleken och β (beta) är effektivitet, t.ex. $\beta_3 = 200$, vilket betyder att en av 200 partiklar med en storlek på 3 mikron passerar genom filtret (0,5 % passerar och 99,5 % fastnar i en genomströmning). För att fastställa betavärdet används ett standardiserat flerstegstest enligt (SS-ISO 16889) och beräknas med följande formel.

$$\beta_x = \frac{\text{antalet partiklar uppströms } > x (N_U)}{\text{antalet partiklar nedströms } > x (N_D)}$$

Detta flerstegstest utförs under kontrollerade förhållanden på ett laboratorium och tar ingen hänsyn till de faktiska utmaningar som ett inlinetryckfilter utsätts för i de flesta oljesystem, t.ex. luftbubblor, vibrationer, tryckstötter från start och stopp osv.



Figur 26: Flerstegstest
Källa: ISO-standarder

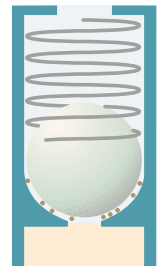
Smutskapaciteten är den smutskvantitet som filterinsatsen håller kvar när mättnadstrycket nås. Detta mäts i vikt eller volym. Hur mycket oljeföroreningar en filterinsats kan hålla kvar har avgörande betydelse för driftkostnaderna över tid. Samtidigt som de flesta konventionella veckade tryckfilterinsatserna klarar mindre än hundra gram smuts så är de billiga att byta. Men om man beräknar kostnaden för att avlägsna ett kilo oljeföroreningar så blir dessa konventionella tryckfilterinsatser plötsligt relativt dyra. Ett cellulosebaserat offlinefilter av god kvalitet klarar upp till flera kilo smuts, så även om priset är högre blir den beräknade kostnaden för att avlägsna ett kilo föroreningar avsevärt lägre än för veckade tryckfilterinsatser tack vare de lägre livscykelkostnaderna.

Kostnad för att avlägsna 1 kg smuts

$\frac{\text{Kostnad för filterinsats i kronor}}{\text{Smutskapacitet i kg}} = \text{kostnad för att avlägsna 1 kg smuts}$

	Exempel 1	Exempel 2
Filtertyp	Glasfiberbaserad tryckfilterinsats	Cellulosebaserad offlinefilterinsats
Kostnad för element/insats	35 €	200 €
Smutskapacitet	0,085 kg	4 kg
Kostnad per kg avlägsnad smuts	412 €	50 €

Filterbypassventilen är en säkerhetsanordning som reducerar trycket när tryckfallet över filtret blir för stort. Den eliminerar filtreringsfunktionen genom att leda oljan förbi fullflödesfiltret så att oljan helt eller delvis leds förbi filtret – inte genom det. En läckande bypassventil har en förödande effekt på filtrets effektivitetsvärde. (Figur 27.)



Figur 27:
Bypassventil

Installationsmetoder

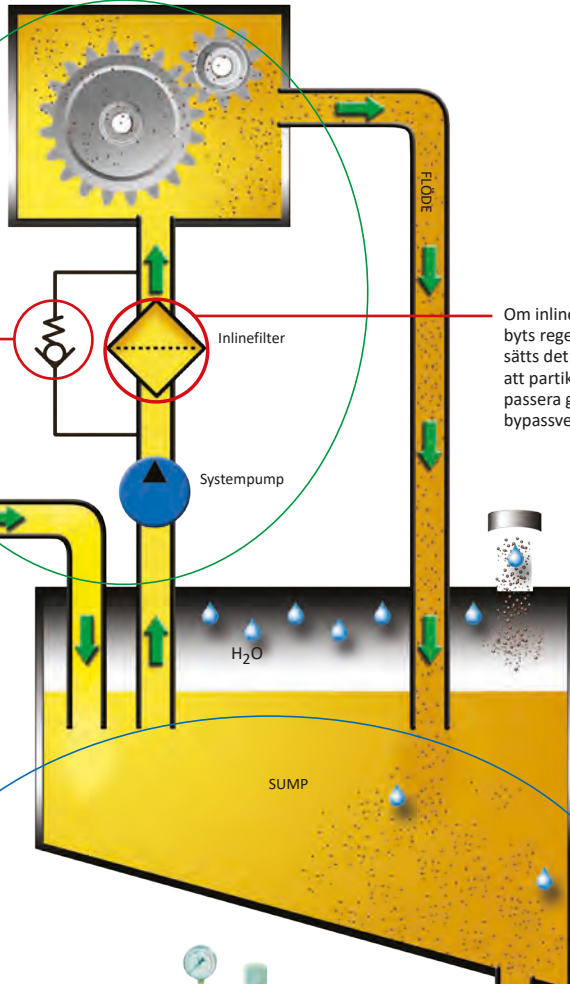
Fullflödesfiltrering (inline)

Hela systemflödet passerar genom filtret.
Endast tryckfilterelement kan användas.

Offlinefiltrering

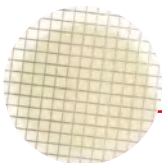
En installationsmetod där filtreringsenheten sitter
i en separat krets så att täta filterinsatser kan användas.

Föroreningar kan passera filtret om bypassventilerna inte stängs helt efter att de öppnats.



Om inlinefiltret inte byts regelbundet sätts det igen så att partiklar kan passera genom bypassventilen.

Millipore-membran. Prov taget efter offlinefiltrering.



Kontaminerat Millipore-membran. Prov taget före offlinefiltrering.



CJC® offlineoljefilter

Ekonomi

Innan man investerar i ett filtreringssystem bör man göra en kostnads-nyttanalyt. De aktuella kostnaderna kan delas upp i två grupper:

- **Inköpskostnader:** kostnader som är direkt relaterade till inköpet av ett filtreringssystem, dvs. inköpspris och installationskostnader.
- **Driftkostnader:** kostnader för att hålla filtreringssystemet i drift, dvs. byte av filterinsats, energiförbrukning och reparationer.

Inköpskostnader + Driftkostnader = Total investering

Den totala investeringen måste vara lägre än de besparingar som fås med ren olja.

- **Besparingar:** Reduceringen av underhållskostnader, minimering av förlorad produktionstid, förlängda serviceintervaller, längre oljelivslängd, förlängd livslängd för delar osv.

I de flesta tillämpningar ligger **återbetalningstiden** för ett CJC® offlineoljefilter normalt sett allt på allt från några veckor upp till några månader, men sällan mer än ett år. I branscher där driftavbrott är mycket dyrt, som t.ex. ståltillverkning, kan återbetalningstiden vara ett fåtal timmar. Detta innebär att filtreringssystemet lönar sig även om de förbättrade oljeförhållandena bara ger tre timmars extra produktionstid.

Eftersom driftkostnaden för filterlösningen även spelar en roll för den totala investeringen så är det viktigt att titta närmare på hur mycket oljeföroreningar filtret klarar av, den s.k. smutskapaciteten.

De flesta konventionella tryckfilter klarar mindre än hundra gram smuts, och de behöver därför bytas oftare än cellulosa-baserade offlinefilter av hög kvalitet som klarar flera kilo. Kostnaden för att avlägsna ett kilo smuts från oljan är en bra faktor för att jämföra olika filtermärken för att hitta filtret som innebär lägsta totala ägandekostnader (hela investeringen).

Se beräkningen av kostnaden för att avlägsna ett kilo smuts på sidan 37.

Beställning av ett filtreringssystem

I offerten för ett filtreringssystem från en tillverkare bör följande finnas med:

- driftkostnader för filtret för en period på minst 5 år (el, filterinsatser, reservdelar m.m.)
- realiserbar renhetsnivå för vätskesystemet (t.ex. ISO 17/15/12 och 200 ppm vatten)
- kontrollprocedurer för att bekräfta att renhetsnivån har nåtts (t.ex. oljepröver).

Storlek för offlineoljefilter

Vid dimensionering av ett offlineoljefilter ska följande grundläggande information om oljesystemet anges:

- oljevoly m i systemet (tankvoly m)
- oljetyp (ISO VG)
- oljetemperatur: normal driftstemperatur och min. temperatur (omgivning)
- problem med oljeföroreningar:
 - partiklar
 - oljenedbrytningsprodukter, slam och avlagringar
 - vatten (inträngning eller ackumulerat)
- användningstyp (inomhus/ren, utomhus/smutsig, hög inträngning osv.)
- drifttimmar per dag
- tillgänglig elförsörjning.

Den här informationen underlättar för din lokala återförsäljare att hitta rätt CJC®-oljefilter för ditt oljesystem.

Förutom kontinuerlig filtrering av oljan i maskiner, trummor eller tankar, kan CJC® offlineoljefilter även användas för oljepåfyllning vilket garanterar att endast ren olja kommer in i systemet.

9

CJC®:s underhållssystem för olja

CJC®:s underhållssystem för olja

CJC® finfilter



- Torr olja med begränsat vatteninnehåll (ackumulerat över tid)
- Hydraul-, smörj- och växellådsoljor, även EAL:er, glykoler eller esterbaserade vätskor
- Filtrerar bort partiklar och avlagringar
- Avlägsnar vatten med absorption (fritt, emulgerat och till viss del löst vatten)
- Reducerar syranivån med jonbytarinsatser



CJC® filterseparator

- Vattenkontaminerad olja och diesel
- Hydraul-, smörj- och växellådsoljor upp till ISO VG 150
- Filtrerar bort partiklar och avlagringar
- Fritt vatten avlägsnas med separering (koalescering)
- Lämplig för olja med god demulgering (inte motorolja, esterbaserade vätskor etc.)



CJC®-desorbers

- Vattenkontaminerad olja – även med kraftiga emulsioner
- Hydraul-, smörj- och växellådsoljor upp till ISO VG 1000 (beroende på desorbertyp)
- Avlägsnar både fritt, emulgerat och löst vatten
- Lämplig för de flesta oljor, även motorolja, pappersmaskinolja, EAL:er m.m.

CJC®-desorbers fångar inte upp partiklar och avlagringar och därför rekommenderas ett separat CJC®-finfilter.



CJC® Varnish Removal Unit

- Torr olja med begränsat vatteninnehåll
- Avlägsnar avlagringar mycket effektivt
- Lämpligt för system med hög avlagringsproduktion, t.ex. gasturbiner

Hantering av olja och oljesystem

Ny olja i behållare

- Ny olja ska betraktas som kontaminerad tills ett prov har analyserats.
- Olja med tillsatser som inte krävs för användningen ska betraktas som kontaminerade.
- Ny olja ska alltid fyllas på via ett filter, lämpligtvis ett 3 µm absolut filter.
- Blanda inte oljor utan att först ta reda på kompatibiliteten.
- Förvara smörjprodukter i stängda behållare för att undvika inträngning av föroreningar.

Olja i systemet

- Kontrollera oljan regelbundet under driften för att upptäcka om vatten, luft eller andra föroreningar uppträder plötsligt. Att använda färsk olja som referens kan vara till hjälp.
- Kontrollera oljan efter maskindefekter eller andra tillbud som kan påverka oljan.
- Följ alltid reglerna om renhet och noggrannhet vid provtagning.
- System ska vara tätade i så hög grad som möjligt. Alla permanenta öppningar ska vara försedda med ventilationsfilter (i första hand avluftare med torkmedel). Alla system ska vara utrustade med permanenta filterinstallationer.
- Vid byte av olja ska tanken och systemet tömmas fullständigt och tanken rengöras från avlagringar, slam m.m. manuellt (något som kan undvikas genom att installera CJC® offlineoljefilter).
- Vid byte av tätningar ska endast oljebeständiga material användas. Kontrollera att de är kompatibla med oljan.
- Använd aldrig nya tillsatser utan att fråga oljeleverantören/-rådgivaren först. Be om en skriftlig bekräftelse om vilka åtgärder som bör vidtas.
- Anlita endast oberoende analyslaboratorium med hög kvalitet och repeterbarhet.

11

Rekommendationer vid köp av olja

Rekommendationer vid köp av olja

Vid inköp av olja i större mängder kan köparen specificera vissa krav för att garantera kvaliteten.

Nedan finns några exempel på krav och tester av oljekvaliteten med tyngdpunkten på oljerenheten.

Testcertifikat och provtagning

Resultaten av ett oljetest för batchen ska uppvisas för köparen.

Ett prov bör tas vid påfyllning av den första batchen. Prover ska märkas med varumärke, batchnummer och leveransstorlek.

Oljan bör analyseras av ett oberoende laboratorium och analysen ska omfatta de uppgifter som beskrivs i avsnittet om oljeanalys i den här broschyren.

Villkor

Om den levererade oljan inte uppfyller kraven bör man överväga att returnera leveransen. Om problemet kan åtgärdas måste nya prover tas och godkännas. Leverantören ska stå för alla kostnader, inklusive maskinhaverier och driftavbrott.

Provtagning för ny olja

Prover måste tas från varje tillverkad batch. Det analyserade provet måste vara ett representativt prov av den tillverkade batchen. Testresultaten måste hållas tillgängliga för köparen under minst fem år.

Ett analyscertifikat ska bifogas den levererade oljan och omfatta minst följande uppgifter:

- okulär kontroll
- viskositet vid 40 °C
- densitet
- totalt syratall för den färdiga produkten
- separeringstid för luftbubblor
- föroreningar, gravimetrisk eller ISO-renhetskod.

För vindkraftverksoljor kan skumbildning vid 50 °C inkluderas.

Oljan måste levereras med tankbil, i epoxylackade fat eller dunkar på 20 liter. Köparen måste ange typen av behållare i varje enskilt fall. Behållaren måste vara av högsta kvalitet och av en typ som normalt används inom oljehandel. Behållaren måste vara märkt med köparens beteckning, leverantörens beteckning, nettoinnehåll och ett löpnummer för tillverkningsbatchen.

Bilaga

Tabell för ökad livslängd – renhetsnivå och 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 och 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			Rullager				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		Bärager och turbomaskiner	Växellådor m.m.					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: Tabell för ökad livslängd, renhetsnivå – se exemplet på sidan 25

Källa: Noria Corp.

LEM – fukthalt

Aktuell fukthalt, ppm	Faktor för ökad livslängd								
	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 % vatten = 10 000 ppm | Beräknad ökad livslängd för mekaniska system som använder mineralbaserade vätskor

Exempel: Om de genomsnittliga fukthalterna sänks från 2 500 ppm till 156 ppm förlängs maskinens livslängd (MTBF) med en faktor på 5

Figur 29: Metod för ökad livslängd, fuktnivå

Källa: Noria Corp.

Sakregister

Absolut/dynamisk viskositet.....	21	Manuell partikelräkning (ISO 4407).....	22
Absolut filtrering	36	Membrane Patch Colorimetric (MPC)	30
Analysmetoder och analysintervaller.....	20	NAS-klasser.....	24
Analysrapporter.....	19	Nominell filtrering	36
AS/NAS-klasser.....	24	Ny olja, provtagning	45
Atomemissionsspektroskopi (AES)	28	Ny olja i behållare.....	43
Automatisk partikelräkning (ISO 11500).....	22	Offlinefilter, cellulosabaserat.....	35
Avlagringar	13	Offlinefiltrering	38
Basnummer	27	Olja i systemet	43
Beställning av ett filtreringssystem.....	41	Oljeanalyslogg	29
Betavärden	36	Oljenedbrytning	13
Bilaga	46	Oljeprovetikett	17
Bypassventil i filter	37	Oljeprovtagning.....	15
Cellulosabaserade offlinefilter.....	35	Oljeprovtagning, instruktioner	16
CJC®:s underhållssystem för olja	42	Oljeprovtagning, plats	15
Dynamisk oljefilm	8	Oljeprovtagning, vakuumpump.....	18
Dynamisk viskositet	21	Oljerekommendationer	44
Ekonomi.....	40	Oxidation	13
Elektrod med roterande skiva (RDE).....	28	Partikelföreningar	8
Emulgerat vatten	11	Partikelräkning.....	22
Filtertyper.....	32	Provtagning för ny olja	45
Filtreringsdefinitioner.....	36	Rekommendationer vid köp av olja	44
Fritt vatten	11	Rengöringsmetoder för olja.....	32
Fukthalt	26	Slam	13
Fullflödesfiltrering (inline)	38	Slitage i oljesystem	7
Föreningsskontroll	7	Smutskapacitet	37
Glasfiberbaserade tryckfilter	34	Storlek för offlineoljefilter	41
Grundämnesanalys.....	28	Syraföreningar.....	14
Hantering av olja och oljesystem.....	43	Syratal och bastal.....	27
Induktivt kopplad plasma (ICP).....	28	Så tar du ett oljeprov	16
Infraröd spektroskopi med Fourier-transform (FTIR)	30	Testcertifikat och provtagning	44
Installationsmetoder	38	Test för avlagringar	30
Introduktion	3	Tryckfilter	34
ISO-klassificeringstabell.....	23	Ultracentrifugtest (UC)	31
Karl Fisher.....	26	Underhållssystem för olja	42
Kinematisk viskositet	21	Utvärdering av partikelbestämning och maskinlivslängd	25
Kontroll av oljeföreningar.....	7	Vattenföreningar	10
Löst vatten	11	Villkor	44
		Viskositet	21



Tillverkning och huvudkontor

C.C.JENSEN A/S

Løvholmen 13 | DK - 5700 Svendborg | Danmark

Tel. +45 6321 2014

sales@ccj.dk | www.ccj.dk

Handelsvillkor

Benelux

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

Chile

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

Kina

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

Danmark

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

Frankrike

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

Tyskland

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

Grekland

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

Indien

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

Irland

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

Italien

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

Polen

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

Spanien

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

Sverige

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

Förenade Arabemiraten

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

Storbritannien

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

USA

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

Lokal CJC®-återförsäljare

Vi representeras
av återförsäljare i hela världen.
Hitta din närmaste återförsäljare
på vår webbplats:
www.ccj.dk

– eller ring oss.



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

