

400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001 U.S.A. Tel: (724) 776-4841 Fax: (724) 776-5760

**SAE TECHNICAL**

**PAPER SERIES 981368**

# **Doubling Oil Drain Intervals - The Reality of Centrifugal Bypass Filtration**

**Paul Coombs, Ian Cox and Andrew Samways**

The Glacier Metal Company Limited

Dearborn, Michigan

May 4-6, 1998

---

**Detta är en summering av ovanstående originaldokument från 1998, avsett för läsare av HERKULES 1934;s hemsida, med tillstånd av:**

SAE INTERNATIONAL  
400 Commonwealth Drive  
Warrendale, PA 15096 USA

/Pelle Söderström

**© Kopiering av detta innehåll är EJ tillåtet. Hänvisning sker till SAE;s hemsida: <https://www.sae.org/>**

---

## INTRODUKTION

Det finns önskemål om att minska såväl kostsamma underhåll av motorer i fordonsflottan, som av att minska mängden spillolja från densamma. OEM (Original Equipment Manufacturer) har tekniken att svara upp mot dessa önskemål, bland annat med hjälp av Centrifugaloljerenare. (Ofta populärt och i viss mån felaktigt benämnt Cyklonrenare) Denna oljerenare är känd för att vara effektiv och kan förlänga motorns livslängd. Detta dokument visar, genom en serie av långvariga motortester, att användning av en modern bypass centrifugal oljerenare i kombination med en fullflödes Grovsil/Metallsil kan, utan problem dubbla oljebytesintervaller för en 8 liters dieselmotor. Resultaten visar också att Oljerenarcentrifugen har en välgörande effekt på tillståndet hos motorkomponenter trots den förlängda oljebytesintervallen .

Utsläppsgränser för dieselmotorer har nu skärps i en rad länder och kommer att bli stramare vartefter. Detta gäller inte minst fordon inom jordbruk och enreprenad. En av flera detaljer som tillkommit för detta är t ex EGR-ventilen. Den förbättrar utläppen men smutsar tyvärr ner oljan istället.

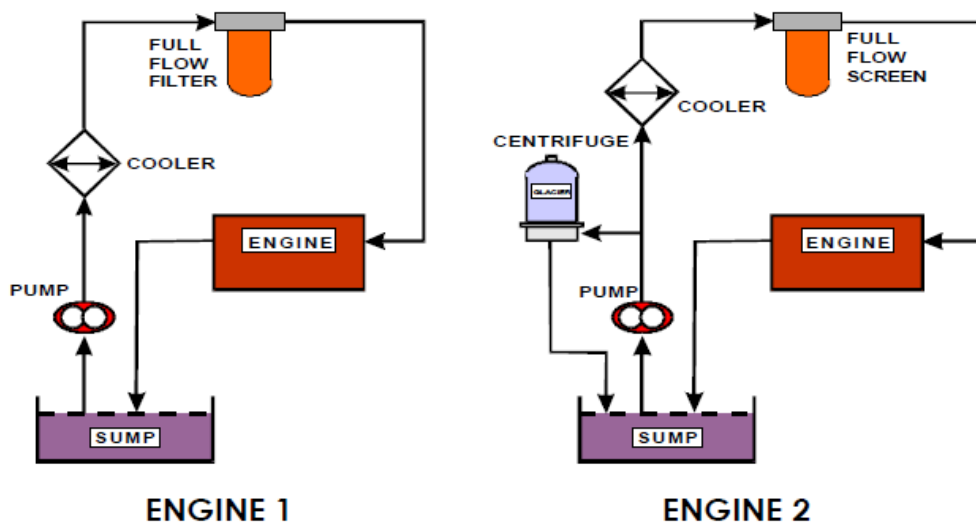
Medan tillverkarna har tagit itu med utsläppen, har brukarna höjt sina röster för att få till stånd längre serviceintervaller, inte minst på grund av de höga servicekostnaderna. Moderna oljetillsatser hjälper till med detta, men det finns ändå problem med höga föroreningsnivåer. Att lösa det med en "by pass" Oljerenarcentrifug har av många ansetts vara den bästa lösningen. För att utröna sanningshalten i detta påstående, har följande test utförts i samband med en större motortillverkare.

## MOTORER

Två motorer togs från en motorleverantörs tillverkningslina, och testades av tillverkaren för att säkerställa att de båda uppfyllde erforderliga prestandakriterier innan de transporterades till T & N Technology i Rugby, England. Motorerna förseddes med 35 liters standard oljestråg. Den smörjolja som brukades för testerna var SAE 15W-40 klass CG4. All olja som används för dessa tester kom från samma produktionssats och levererades av motortillverkaren. Motorerna, som betecknades "Motor/Engine 1" och "Motor/Engine 2", testades efter varandra i en datorstyrd motorprovcell med hjälp av en vattenbromsdynamometer.

## FILTRERINGSMETOD

Motor/Engine 1 utrustades med ett standard "spinn-on" filter med en reningsförmåga av 40 µm. Motor/Engine 2 var försedd med en fullflödes Grovsil/Metallsil samt en "by-pass" Centrifugaloljerenare.



Figur 1. Filtreringssystemet för båda motorer

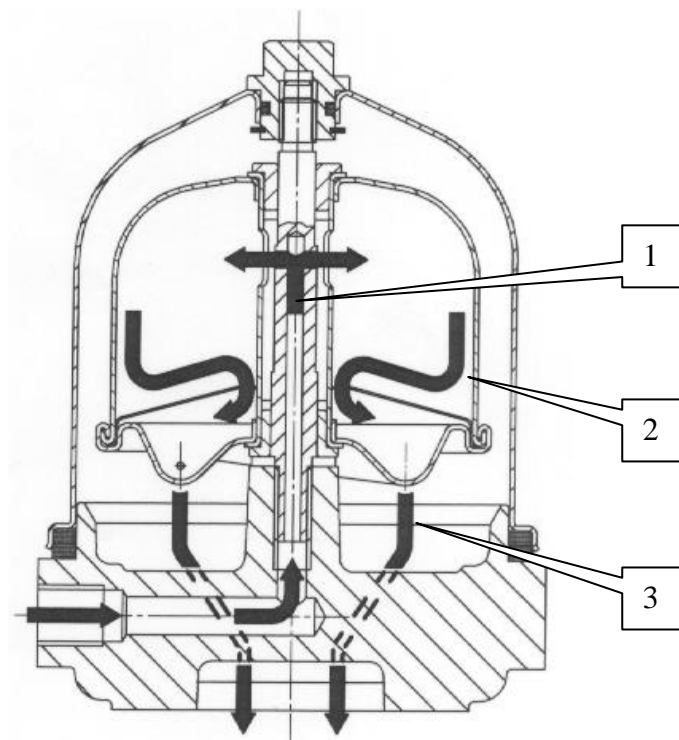
\* By-pass = grenledning

Oljerenarcentrifugen, var av en modell som finns kommersiellt tillgänglig på marknaden. Den förseddes med en insatshylsa för föroreningar som rymmer 600 ml. Kapaciteten vid 7 bars oljetryck är 10,5 liter per minut vid 7000rpm - SAE 30 vid 75°C. Fullflödes Grovsil/Metallsilen tillverkades av ett rostfritt metallnät med nominella maskstorleken 45  $\mu\text{m}$ , med sin övre gräns på 58 - 63 $\mu\text{m}$ . Detta nät veckades sedan för att kunna tillverka en "grovsil" med dimensioner liknande "spinn-on" filtret.

## GROVSIL/METALL SAMT CENTRIFUGERING

Oljerenarcentrifugen tar ca 10% av smörjoljan, renar, och skickar därefter tillbaka den till oljetråget. Funktionen av centrifugen är att avlägsna partiklar vars densitet är högre än oljans oavsett storleken på partikeln. Detta till skillnad mot ett konventionellt filter, som endast renar partiklar större än hålen i filterduken.

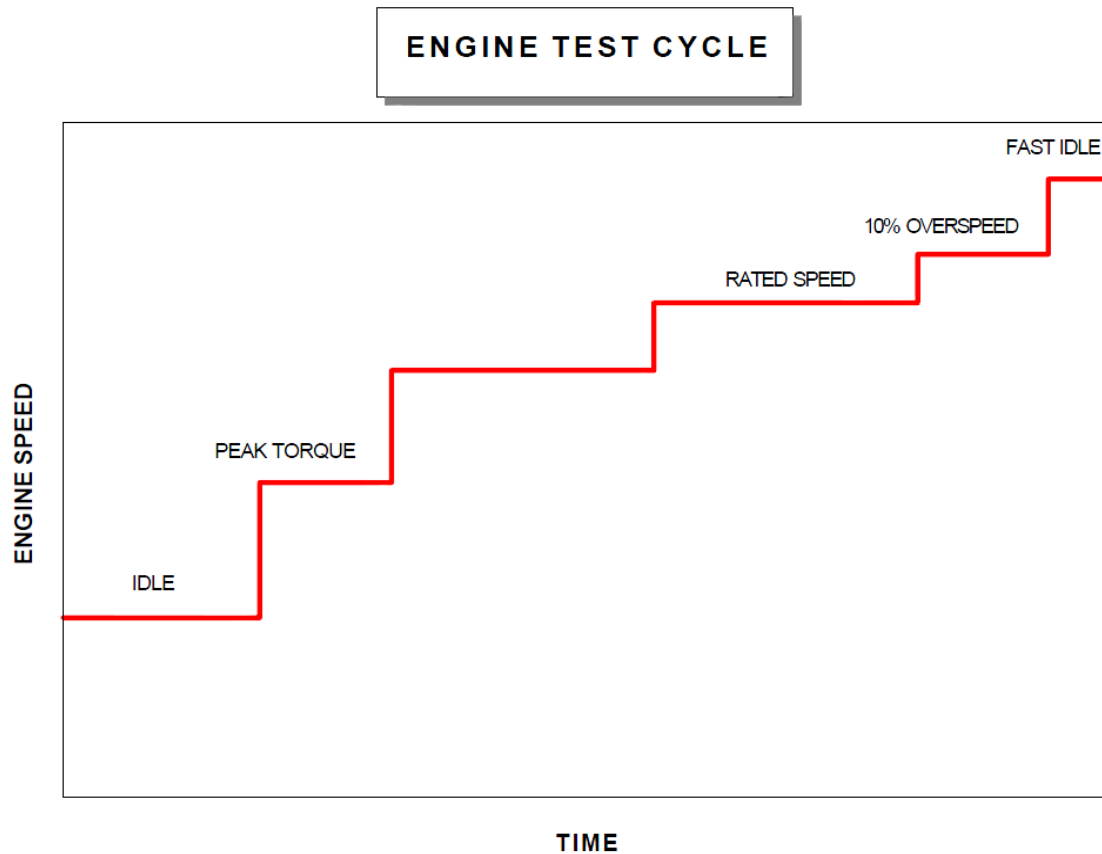
Olja pumpas med tryck in i centrifugens rotor via dess centrumaxel (1). Hål borrade på tvärs genom axeln, gör att oljan sprutas ut mot rotorns innervägg (2). Rotorn fylls således med olja under tryck, och tillåts sedan spruta ut genom två tangentiellt monterade dysor i rotorns botten (3). Det är detta som åstadkommer rotorns snabba rotation. De partiklar vars densitet är högre än olja, kan därför inte ta sig lös från rotorns innervägg på grund av centrifugalkraften, utan fastnar där och bildar en fast beläggning. Det finns ingen nedre gräns för hur små partiklar som kan filtreras bort, det är endast densitetsskillnaden som avgör. Att filtrera partiklar mindre än 1 $\mu\text{m}$  är alltså inga problem. Genom att använda en Grovsil/Metallsil för smörjningens huvudflöde förhindras lagerhaveri om stora partiklar skulle hamna i smörjsystemet.



Figur 2. Funktionsprincip för oljerenarcentrifug

## MOTOR - TESTFÖRFARANDE

Båda motorer testade med hjälp av ett så kallade standardmotortest, ett förfarande som rekommenderats av motortillverkaren. Testförfarandet kallas modifierat livtidscykeltest, vilket ger motorn ett genomsnittsslitage under en period av 2100 timmar. Figur 3 visar motorprovcykeln mer i detalj.



## MOTOR - INKÖRNING

Före leverans av motorerna, kördes dessa in av motortillverkaren under en period av 80 timmar vardera med hjälp av ovan nämnda livtidscykeltest. Under tiden mättes effekt och vridmoment för att säkerställa motorernas likvärdighet. Under tiden användes en speciell inkörningsolja. Förfarandet skedde enligt Tabell/Table -1.

Table 1. Initial Service Procedure

	<b>Engine 1</b>	<b>Engine 2</b>
Lube oil	Drain Break-In oil. Fill with test oil.	Drain Break-In oil. Fill with test oil
Filtration	Replace full-flow barrier media filter	Replace centrifuge rotor cover

## OLJEBYTE – TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

Motor/Engine 1 kördes i 350 timmar enligt tillverkarens standardmotortest. Motorolja och fullflödes "spinn-on" filtret byttes.

Motor/Engine 2 kördes i 700 timmar enligt tillverkarens standardmotortest. Motorolja och insatshylsan i oljerenarcentrifugen byttes.

Fullflödes metallsilen lämnades orörd under hela testet (2100 timmar) eftersom avsikten var att utröna om serviceintervallerna kunde förlängas. Dock övervakades tryckfallet över silen kontinuerligt.

Table 2. Service Timetable.

	<b>Engine 1</b>	<b>Engine 2</b>
Every 350 Hours	Drain and replace lube oil. Remove and replace full-flow filter.	
Every 700 Hours	Drain and replace lube oil. Remove and replace full-flow filter.	Drain and replace lube oil. Remove and replace centrifuge rotor cover

### PÅFYLLNING AV MOTOROLJA

Vid början av varje oljebytesintervall var varje motor fylld med ny olja till den maximala markeringen på oljestickan. Båda motorerna kördes sedan tills oljenivån nått den lägsta markeringen. Varje dygn fylldes därefter olja motsvarande den dagliga oljeförbrukningen, så att oljenivån bibehölls på stickans lägsta nivå. Mängden och tidpunkten som olja fylldes på noterades noggrant för att senare kunna jämföras.

### INSAMLING AV MOTORDATA

De båda motorerna övervakades kontinuerligt under testet för att senare kunna jämföras efter testets 2 100 timmar. Man mätte bla effekt, vridmoment, cylinderläckage, oljetryck och oljetemperatur. Även ovan nämnda påfyllning av motorolja noterades.

## OLJA- OCH SLAMANALYS

Oljeanalys: För att utröna effektiviteten hos de båda filtreringssystemen, togs var 48:e timme ett 50ml prov ur varje motor. Dessa prov sändes till ett oberoende laboratorium, där det med hjälp av spektrografisk analys uppmättes vilka nivåer av slitagepartiklar som uppnåts. Olika andra typer av oljeanalyser utfördes också, som tex "blotter spot", viskositet, TBN mm.

Slamanalys: Innehållet från centrifugen undersöktes med hjälp av svepelektronmikroskop.

## TESTRESULTAT

MOTORPRESTANDA - Diagram/Figur 4 visar effekt och vridmoment som de båda motorerna lämnade under hela testperioden. Som nämnts tidigare valde tillverkaren två motorer med likartade egenskaper för testet. Dock lämnade Motor/Engine 1 något mer effekt än Motor/Engine 2, vilket får tillskrivas marginella skillnader från tillverkningen. Bränsleförbrukning och bränsletemperatur överensstämde mellan de två motorerna.

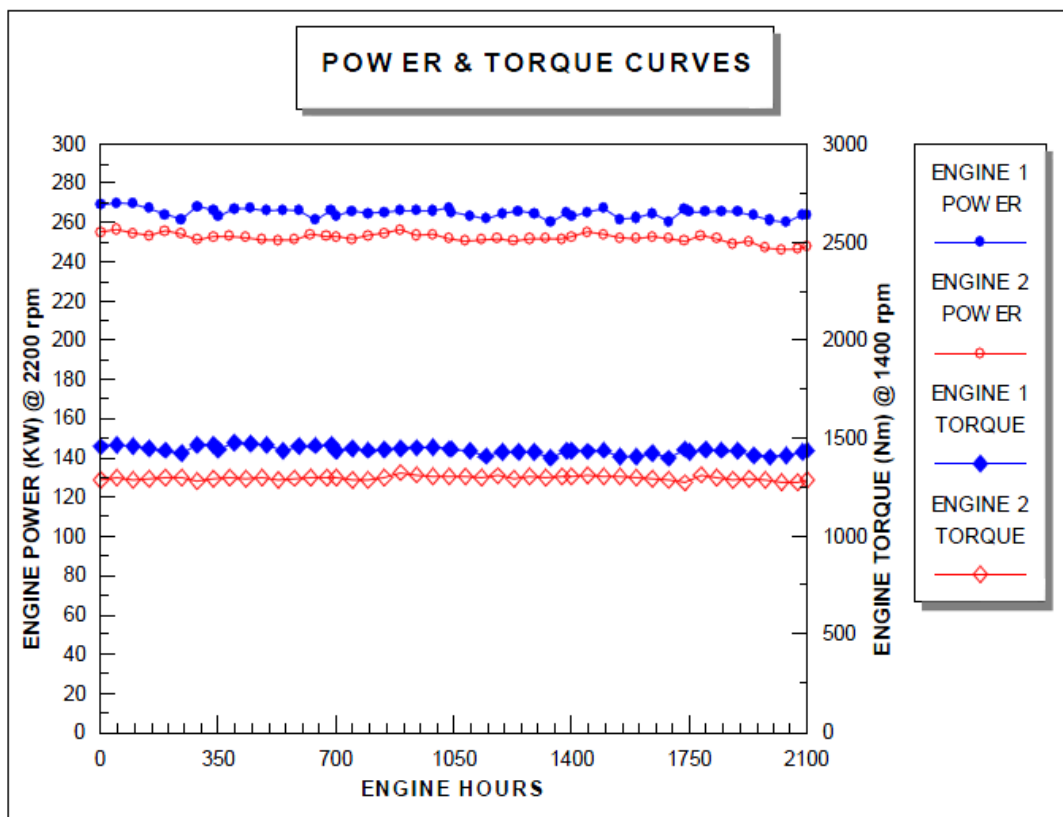


Figure 4. Engine Power and Torque Comparison.

## PÅFYLLNING AV MOTOROLJA

Diagram/Figur 5 visar den ackumulerade mängd olja som fått tillsättas för att hålla oljenivån. Detta visar att Motor/Engine 2 behövt mindre mängd oljepåfyllning vilket troligen härrör från mindre cylinderslitage. En nackdel med detta är att Motor/Engine 2 inte fått sin olja utspädd med färsk olja i samma grad, vilket i sin tur medfört att föroreningsgraden ökat något.

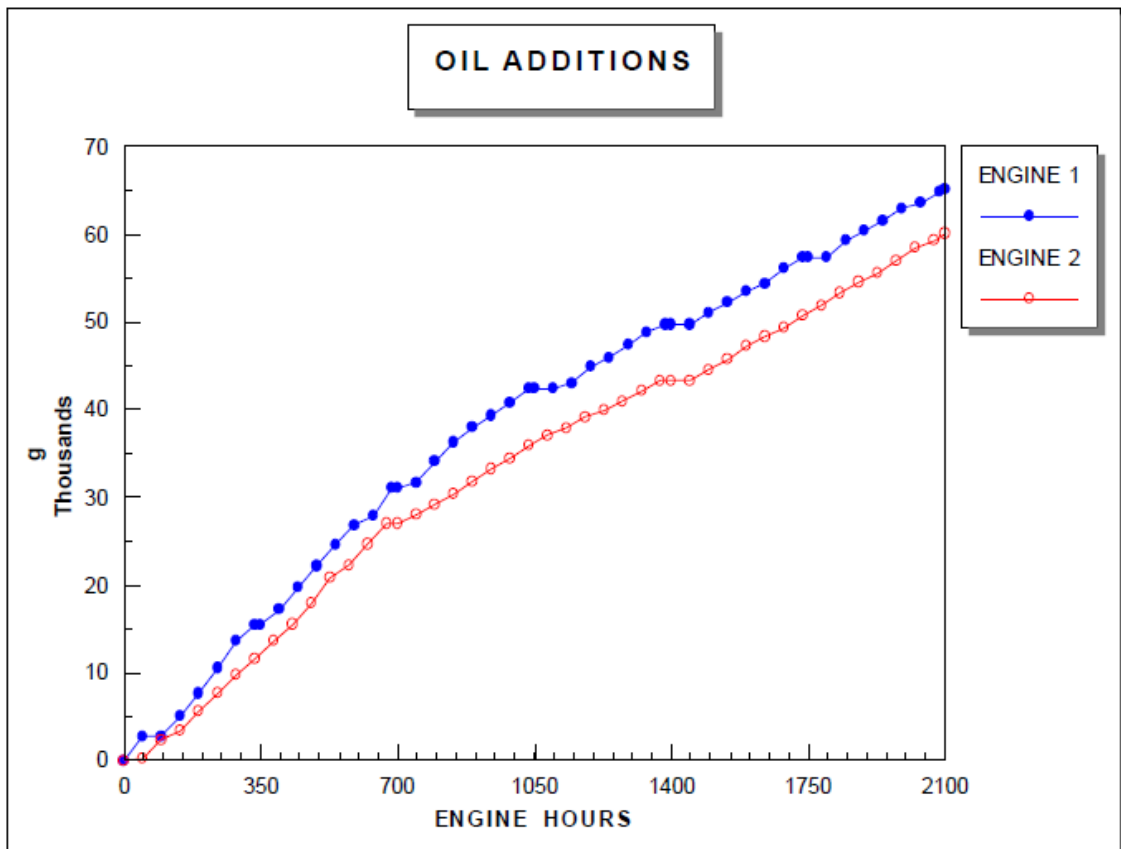


Figure 5. Cumulative Oil Additions for Both Engines.

## OLJEANALYS - JÄRNPARTIKLAR

Diagram/Figur 6 visar halten av järn i smörjoljan för båda motorerna. Det kan tydligt ses att nivån av järn i oljeprover från Motor/Engine 1 ökar genomgående över 350 timmarsperioden mellan varje oljebyte. Den ökande nivån av partiklar kan förklaras av en ökning det naturliga slitaget som äger rum i motorn. Detta är ett tillstånd som förväntats av motortillverkaren, i synnerhet för cylinderkomponenter. Ökningen av den ackumulerade mängd järn i Motor/Engine 2 är väsentligt lägre. Det tog ungefär dubbelt så lång tid som för Motor/Engine 1 att uppnå samma nivå.

Nedanstående diagram visar för Motor/Engine 2, ett resultat som förmodligen beror på en kombination av två saker. Dels tar oljereningscentrifugen effektivt bort järnpartiklar ur oljan, vilket i sin tur medför att slitaget, alltså antalet järnpartiklar minskar.

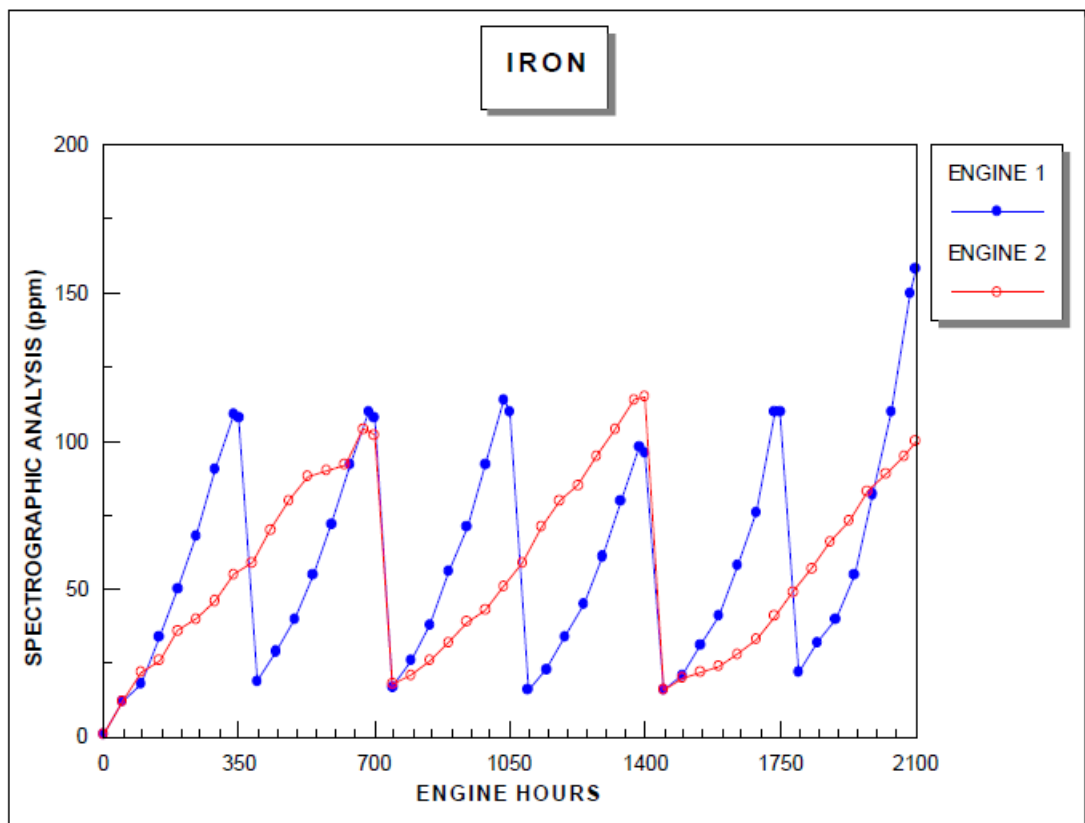


Figure 6. Spectrographic Oil Analysis of Iron in Lubricating Oil for Both Engines.



## OLJEANALYS - VISKOSITET

Diagram/Figur 7 visar viskositeten hos oljan i båda motorer, mätt vid 40°C. Att viskositeten är rätt, är en viktig parameter för oljans förmåga att kunna flyta genom motorn. Allmänt kan sägas att, en smörjolja som är fylld med smuts, får en högre viskositet och därmed får svårare att flyta genom trånga kanaler och lager. Diagrammet visar tydligt att ökningstakten av oljans viskositet för Motor/Engine 2 är betydligt lägre än den ökning som sker för Motor/Engine 1. Det kan också konstateras att en procentuell ökning av viskositeten sker gradvis under hela testets 2100 timmar. Detta på grund av ökat slitage.

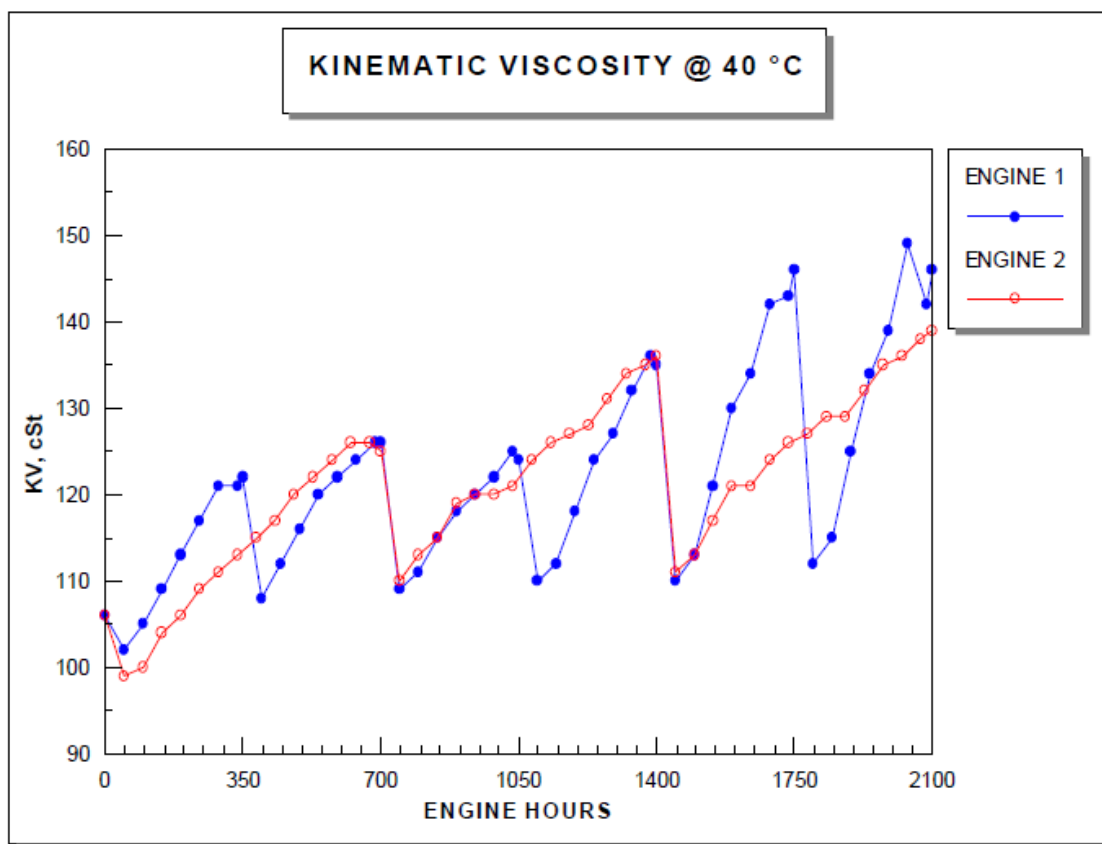


Figure 7. Oil Viscosity.

## OLJEANALYS – FASTA PARTIKLAR

Diagram/Figure 8 visar nivån av olösliga fasta partiklar i oljan för båda motorer. Mängden fasta partiklar anger hur förorenad oljan är. Vartefter oljan blir smutsigare över tid, stiger den nivå där oljan inte längre klarar av att smörja, utan måste bytas. Motortillverkaren har i detta fall bestämt nivån till 3 viktsprocent. Diagram 8 visar att ökning till denna nivå sker långsammare för Motor/Engine 2. Det kan också konstateras att ökningen för Motor/Engine 2 är mer repetitiv än för Motor/Engine 1. För Motor/Engine 1 kan konstateras att nivån 3 procent överskrids i slutet av testet, vilket kan härledas till det ökade motorslitaget, enligt tidigare.

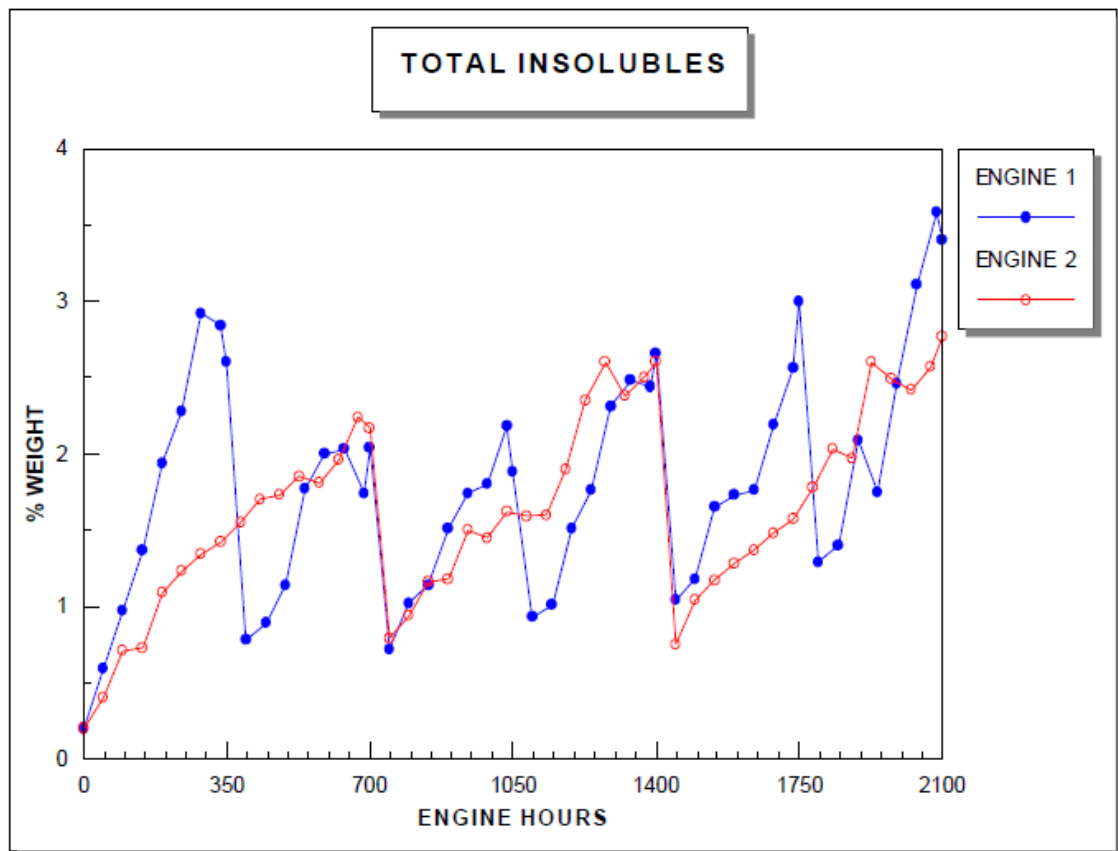


Figure 8. Total Insolubles.

## OLJEANALYS - DISPERGERINGSFÖRMÅGA

Diagram/Figur 9 visar den återstående aktiva dispergeringsförmågan för smörjoljan i de båda motorerna. Detta är ett mått på oljans förmåga att finfördela partiklar av t ex sot och sålunda förhindra hopklumpning. Vartefter oljan kontamineras, försämras dispergeringsförmågan. Trots förlängd serviceintervall visade det sig att denna förmåga bibehölls för Motor/Engine 2 tack vare att centrifugen avlägsnade flertalet av dessa sotpartiklar.

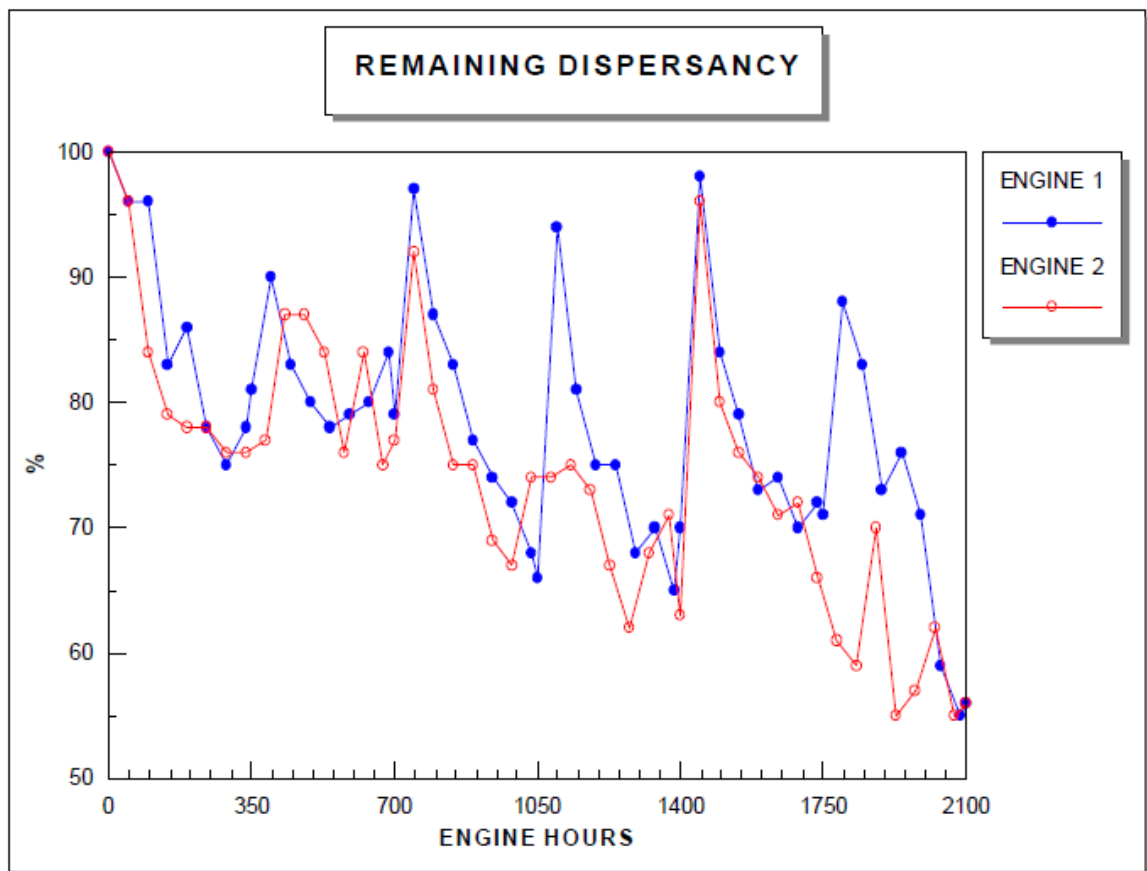


Figure 9. Remaining Dispersancy.

## OLJEANALYS - TBN

Vid en motors förbränning bildas av dess rester samt vatten olika syror mm. En oljas totala bastal (TBN) är ett mått på oljans totala reserv av alkalinitet som används för att neutralisera syror. Vartefter TBN-talet sänks minskar oljans förmåga att neutralisera dessa syror.

Diagram/Figur 10 jämför TBN-nivån i smörjoljan för de båda motorerna under hela testet. För Motor/Engine 1 kan man se en snabb förändring av TBN-nivån under de 350 timmars serviceintervaller. För Motor/Engine 2 kan man se att nivåerna sjunker ungefär likvärdigt i början av varje ny servicecykel, men med skillnaden att de har sedan en tendens att plana ut. Man kan också konstatera att den lägsta nivå som uppmättes i Motor/Engine 2 aldrig understeg 2mg KOH/mg vilket är den minsta gräns motortillverkaren tillåter.

Beträffande de spektrografiska analyserna av bly i de prov som tagits, kan konstateras att för Motor/Engine 2 var halterna genomgående låga, och nådde ca 6 - 12 ppm vid slutet av varje 700 timmars serviceperiod

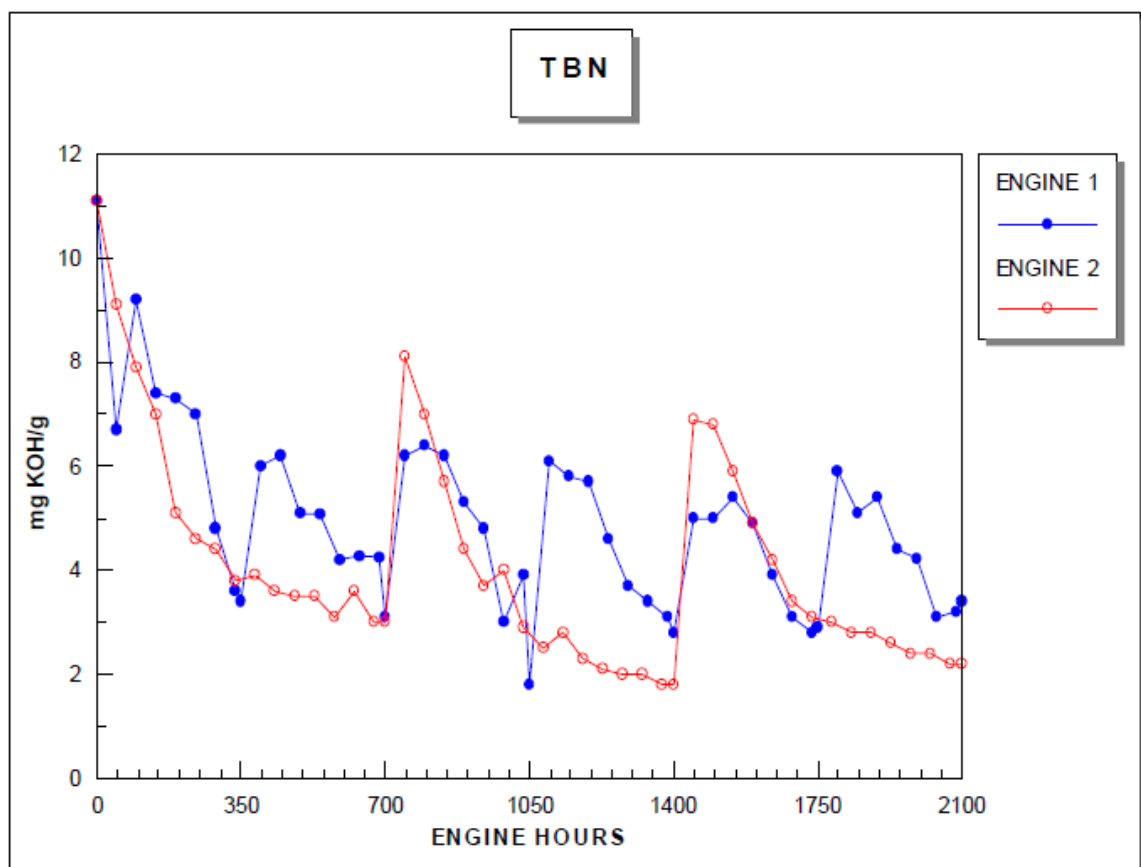


Figure 10. TBN.

## CENTRIFUGSLAM

Under hela testet filterade centrifugen på Motor/Engine 2 bort totalt 1,389g\*\* föroreningar från smörjoljan. Figur 11 visar fördelningen av den filterade mängden fördelat på de tre bytesintervallerna. A denna analys kan konstateras att centrifugen avlägsnade procentuellt med föroreningar i slutet av testen, vilket kan härledas till det ökade komponentslitaget\*\*\*. Genom spektrografisk analys av föroreningarna kunde konstateras vad de innehöll.

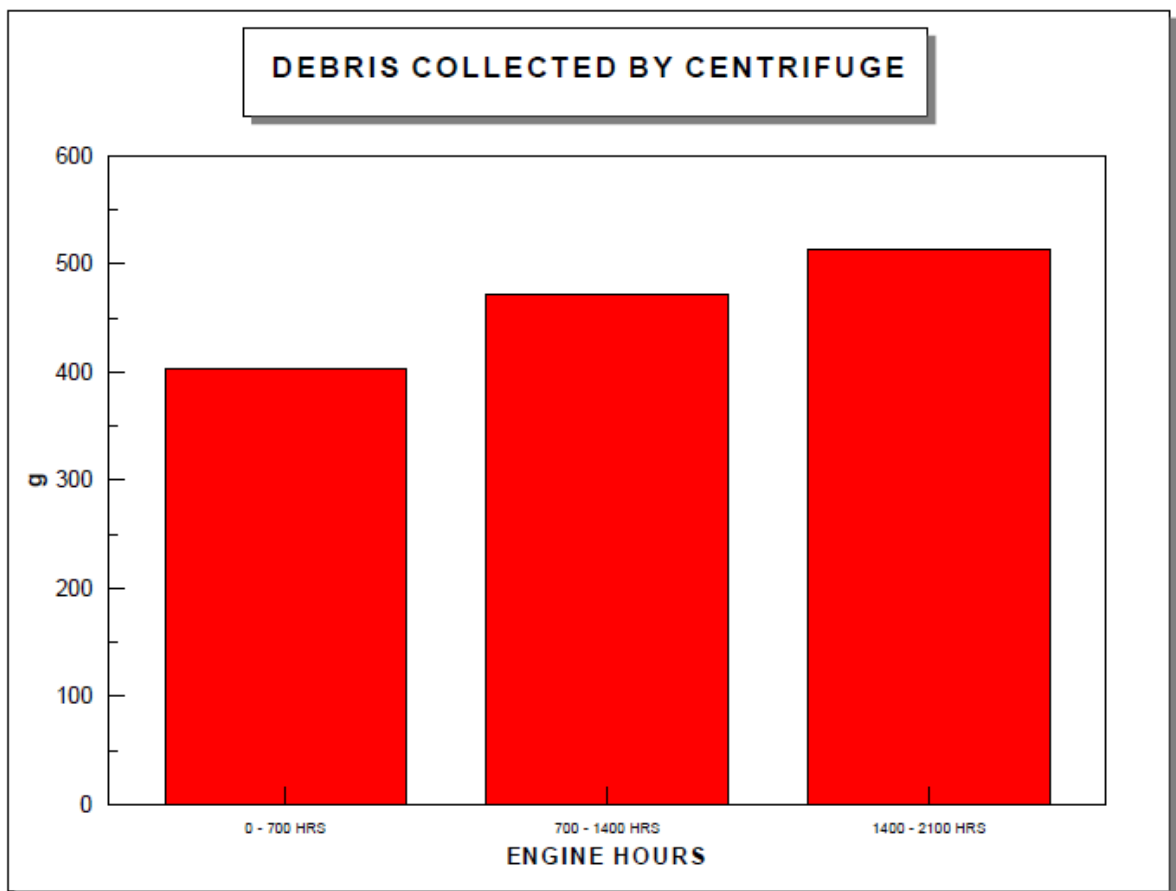


Figure 11. Debris Collected by Centrifuge.

\*\* Pelles anm: Nästan 1,4kg

\*\*\* Pelles anm: Oljan sotas förmodligen mer av ökat cylinderslitage/Cylinderspel. Se fig 12.

## OLJEANALYS – FÖRDELNING AV FÖRORENINGAR

Figur 12 illustrerar analys av de föroreningar som fastnat i Oljerenarcentrifugens tre insatshylsor. Analysen visar som synes att den absolut största delen av motorns föroreningar är sot\*\*\*\*.

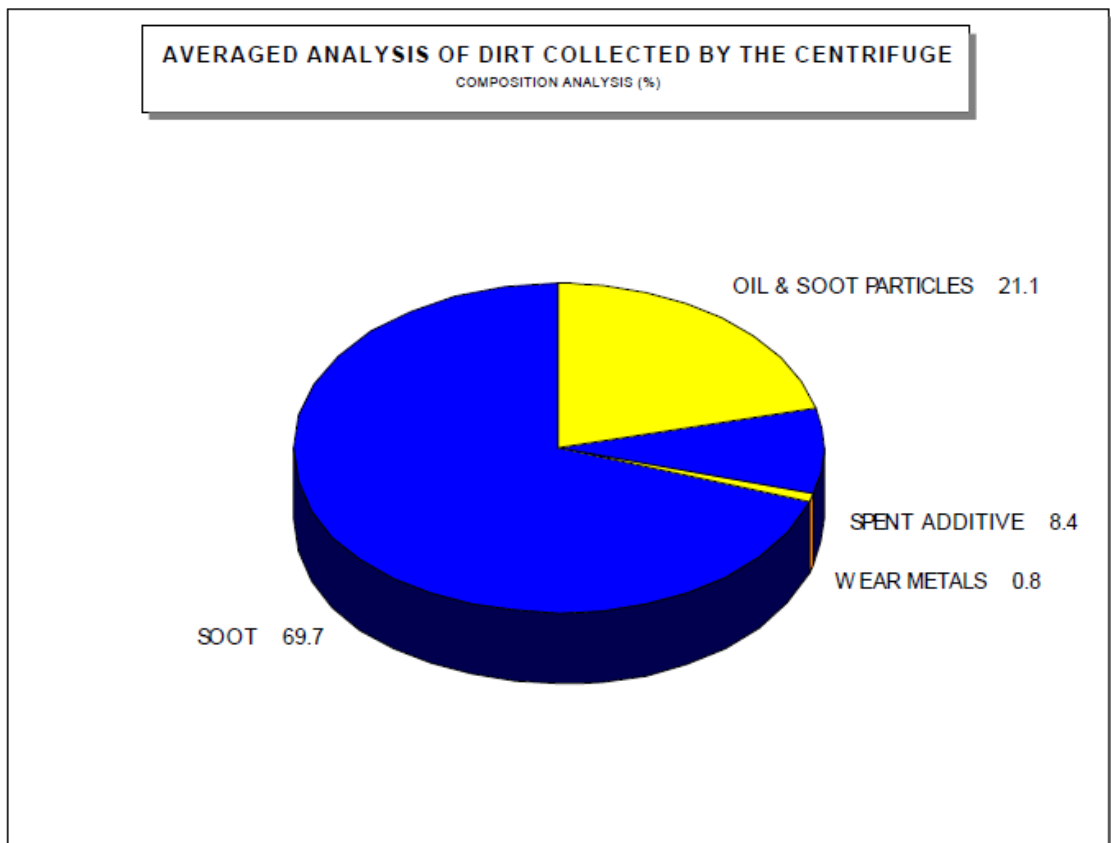


Figure 12. Analysis of Dirt Collected by Centrifuge.

\*\*\*\* Pelles anm: Vilket vi också kan se il oljan hos en dieselmotor. Betänk att sot är hårt och sliter.

## OLJEANALYS - INSATSHYLSOR

Figur 13 visar de tre insatshylsor som varit placerade i Oljerenarcentrifugen, med den första till vänster i bild.

Vid närmare inspektion kan ses att alla tre insatshylsor är packade med ett hårt, torrt lager av föroreningar, med endast en minimal mängd smörjolja. Figurerna 15, 16, 17 visar de tre insatshylsorna individuellt mer i detalj.



Figure 13. Centrifuge Rotor Covers from Engine 2.

Figur 14. Insatshylsan från Oljerenarcentrifugen vid första oljebytet 0 – 700 timmar.



Figure 14. Centrifuge Rotor Cover from Engine 2 (First Oil Drain - 0-700 Hours)

Figur 15. Insatshylsan från Oljerenarcentrifugen vid andra oljebytet 700 – 1400 timmar.



Figure 15 - Centrifuge Rotor Cover from Engine 2 (Second Oil Drain - 700-1400 Hours)

Figur 15. Insatshylsan från Oljerenarcentrifugen vid tredje oljebytet 1400 – 2100 timmar.



Figure 16 - Centrifuge Rotor Cover from Engine 2 (Third Oil Drain - 1400-2100 Hours)



## FULLFLÖDES GROVSIL/METALLSIL – ANALYS AV INNEHÅLL

Fullflödes metallsilen lämnades orörd under hela testet (2100 timmar) eftersom avsikten var att utröna om serviceintervallerna kunde förlängas. Dock övervakades tryckfallet över silen kontinuerligt. Totalt samlade Grovsil/Metallsilen in 294mg partiklar. Analysresultatet visas i Figur 17. Att så ringa mängd föroreningar fastnade i Grovsil/Metallsilen kan tillskrivas effektiviteten av Oljerenarcentrifugen.

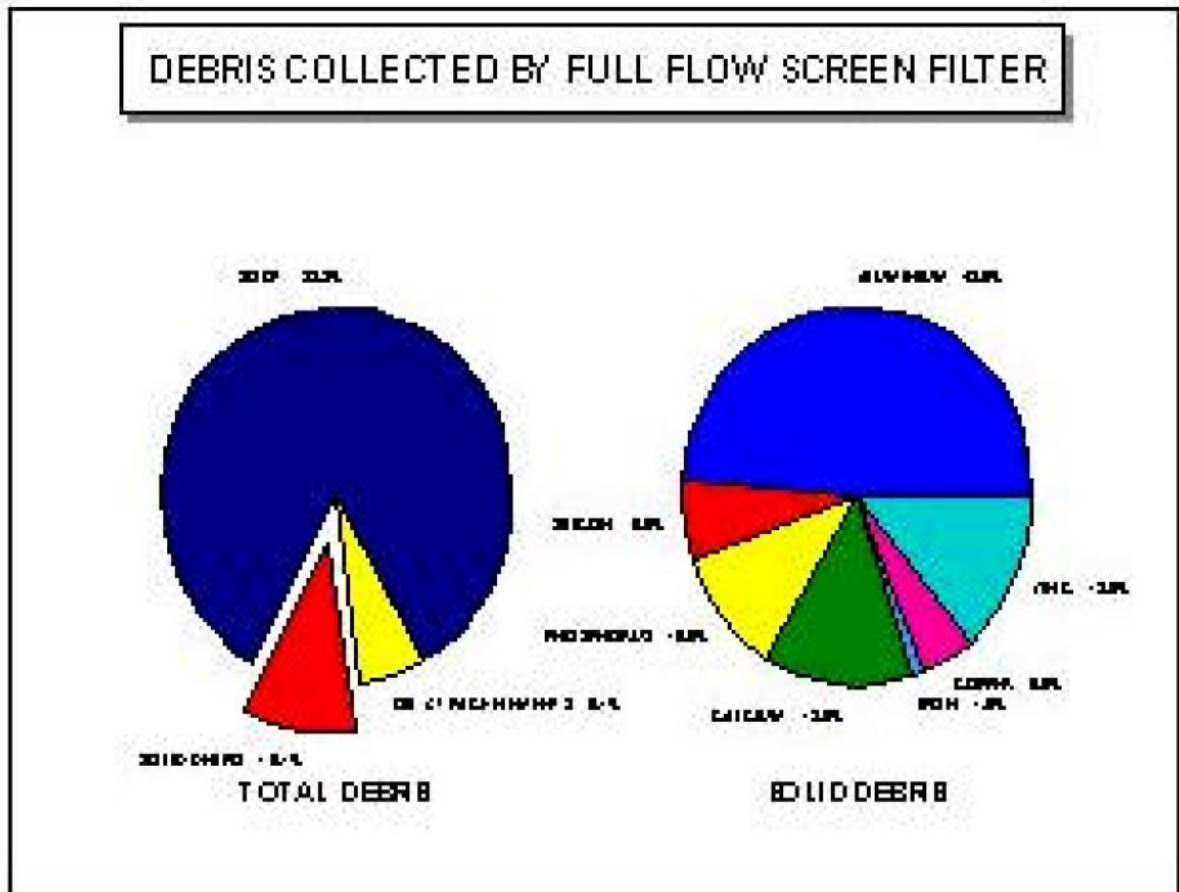


Figure 17 - Analysis of Debris Collected by Full-flow Screen.

(Bild korrupt från originalet)

## MOTORSLITAGE

Efter avslutad test returnerades båda motorer till tillverkaren. De demonterades och inspekterades för att utröna effekterna av de två olika filtreringssystemen beträffande motorslitage.

- Komponenter från Motor/Engine 2 visade sig vara generellt sett visuellt renare än från Motor/Engine 1.
- Motor/Engine 1 uppvisade normalt slitage. Motor/Engine 2 visade genomgående mindre slitage. Speciellt visade det sig i vevstakslagren, där Motor/Engine 1 uppvisade ett stort antal repor.

## SLUTSATS

Om motorkonstruktioner skall kunna fortsätta att utvecklas och uppfylla lagstiftningen av framtida utsläppskrav, kommer kraven på såväl oljor som filteringsystem att öka. Den här rapporten visar att kombinationen av Grovsil/Metallsil samt oljerenarcentrifug, effektivt kan rena de fina kolhaltiga föroreningar som orsakar såväl viskositetsökning som motorslitage. Dessutom kan konstateras att förlängda oljebytesintervaller är möjliga med denna metod. Slutsatsen av detta är alltså att denna filtreringsmetod är ett verkligt alternativ till konventionella "spinn-on" filter\*\*\*\*.

\*\*\*\* Pelles anm: Notera att rapporten publicerades 1998. Smörjoljorna har utvecklats sedan dess, och troligen filtren också, men man kan med all önskvärd tydlighet se inverkan av små skadliga partiklar.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors would like to take this opportunity to extend their thanks to the staff of the Advanced Instrumentation and Testing Department of T&N Technology Ltd., especially Mr. B. Fitzsimons and Mr. R. Williams.

## **REFERENCES**

1. Bunting, A., "Squeezing Diesel Emissions", Truck Magazine, pp26-27, January 1997.
2. Miyahara, M., Watanabe, Y., Naitoh, M., Hosonuma, K., "Investigation into Extending Diesel Engine Oil Drain Interval (Part 1) \_ Oil Drain Interval Extension by Increasing Efficiency of Filtering Soot in Lubricating Oil", SAE paper No.912339
3. Bowen, AD., "Centrifugal Filtration of Lubricating Oil - Laboratory Test Results and Fleet Experience", T&N Technical Symposium 1990, paper No. 31.
4. McNair, J., "Comparison Between Different Bypass Lubricating Oil Cleaning Systems", SAE Paper No. 930996.
5. Backhouse, M.E., Purcell, D.C., "Cleaning of Lubricating Oil - The Needs of the Future", T&N Technical Symposium, Würzburg & Indianapolis, Paper No. 5, 1995.
6. Glacier Metal Company Limited, "GF060 Centrifuge Data Sheet" 1993.
7. Rodibaugh, S.A., "Diesel Engine Lube Oil Contaminant Size and Comparison by Analysis of Solids Collected by Oil Cleaning Centrifuge", SAE Paper No. 920928.
8. Glacier Technical Bulletin No. 7/86 "The Effect of Centrifugal Separation on a Modern Lubricating Oils Additive Package". **400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001 U.S.A. Tel: (724) 776-4841 Fax: (724) 776-5760**

**SAE TECHNICAL**

**PAPER SERIES 981368**

© Kopiering av detta innehåll är EJ tillåtet. Hänvisning sker till SAE;s hemsida: <https://www.sae.org/>