



Oljerening av hydraulik på vattenjetaggregat

Färja

November 2007

Nils Myers

Innehållsförteckning

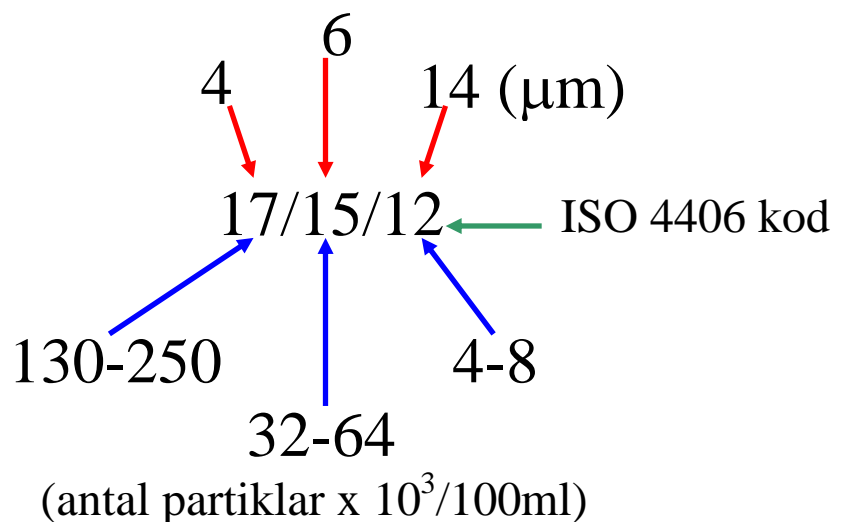
Bakgrund	3
Partikelmätning och filtrering av oljan.....	3
EF 2000 från Europafilter	4
Slitage.....	4
By-passfiltren	5
Fukt.....	5
Oljan	6
Resultat.....	7
Slutsatser	8
Bilaga 1 (3µm filter).....	9
Bilaga 2 (icount).....	10
Bilaga 3 (EF 2000)	11
Bilaga 4 (Internormenfilter)	12

Bakgrund:

Under sommaren och hösten har höga partikelmängder i kombination med ett förhöjt vatteninnehåll visat sig i hydrauloljan på wj aggregaten. Varje aggregat rymmer 330 (l) ISO VG 46 hydraulolja. Arbete har inletts för att finna orsaken till de förhöjda halterna av kontaminanter samtidigt som filtreringen har intensifierats på aggregaten. Hydraulsystemen är utrustade med tryckfilter monterade efter hydraulpumparna samt ett filter efter cirkulationspumpen. Reningsgraden på dessa onlinefilter är inte klarlagd. Dock bör filtreringsgraden ligga över 20µm då filtren är fullflödesfilter. Rolls Royce kräver i sin dokumentation (Aak/97-11-06/W31, Rev a Shp/04-12-13/PM22 page 2) att oljans innehåll av partiklar understiger 15/12 enligt ISO 4406:1987. Detta innebär i praktiken att partikelinnehållet i oljan inte får överstiga 32 000 partiklar >5µm/100 ml och 4 000 partiklar >15µm/100ml. Partiklar eller partikulat (partikel bestående av flera ämnen) definieras som allt som inte är löst i oljan. En partikel kan således vara flytande dock med annan viskositet och olöslig i oljan. En normal partikelnivå för ny, oanvänd olja är 15/12 efter tillverkning och 17/14 vid leverans. Denna nivå försämras ytterligare vid lagring och hantering ombord.

Antal partiklar per 100ml
olja

Mer än	t.o.m.	ISO klass
500	1 000	10
1 000	2 000	11
4 000	8 000	12
8 000	16 000	13
16 000	32 000	14
32 000	64 000	15
64 000	130 000	16
130 000	250 000	17
250 000	500 000	18
500 000	1 000 000	19
1 000 000	2 000 000	20



Tabell 1; Utdrag ur ISO 4406 tabellen

Då det hittades en hel del metall i wj 3 installerades by-passrening under vecka 42. Denna rening består av ett filtersystem från Danmark, (se bilaga 1) som dels har en vattenavskiljande förmåga genom s.k. coalicering samt ett partikelfilter, partikelfiltret skall enligt hemsidan avlägsna >98,7% av alla partiklar >3µm samt 50% av alla partiklar >0,8µm.

Partikelmätning och filtrering av oljan:

Under hösten installerades partikel- och fuktsensorer på wj 1 - 4 för att få kontroll över nivåerna, (se bilaga 2). Partikelsensorn är inställd för att larma vid partikelnivåer som överstiger 17/15/12 enligt ISO 4406:1999. De tre siffrorna indikerar partikelstorlek för storlekarna 4, 6 och 14µm vilket är storlekarna enligt den nyare standarden. Samma tabell som tidigare används vilket innebär att partikelinnehållet får vara max 250 000/64 000/8 000 per100ml för respektive storlek. De inställda nivåerna stämmer väl överens med rekommendationerna från RR.

Trots by-passreningen (denna har pågått i fem veckor) på wj 3 så indikerar partikelsensorn att ISO-koden ligger minst två nivåer (>19/17/14) över ”larmgräns” dvs. alla tre lysdioderna blinkar med rött sken. Partikelsensorn skickar en signal till Kongsberg på 6µm signalen där ISO 21 visas dvs. 2 000 000 – 4 000 000 partiklar >6µm/100ml. Detta är extremt höga värden, speciellt som wj-aggregaten har stått still sedan mitten på oktober och således knappast kan generera speciellt mycket partiklar. Då något måste göras för att ta bort partiklarna togs ett beslut ombord att pröva en alternativ teknik för avlägsning av dessa.

EF 2000 från Europafilter:

Tisdagen den 20/11 hämtades och installerades ett oljereningssystem från Europafilter i Göteborg. Detta är inget filter i konventionell mening utan ett oljereningssystem som bygger på s.k. laminärreningsteknik som enligt tillverkaren avlägsnar >90% av alla partiklar ner till 0,1µm. Systemet innehåller en reningspatron som förutom partikeladsorption även absorberar vatten. Om stora mängder vatten finns i oljan så kommer vattnet att avlägsnas först på bekostnad av partikeladsorptionen. Systemet visas i bilaga 3.

Tekniken bygger på att oljan strömmar axiellt genom patronen och flödet går mellan papperslindningarna. Oljan strömmar laminärt vilket innebär att hastigheten varierar mellan papperslagren, oljan står still intill pappret och har max hastighet mitt i mellan papperslindningarna. Partiklarna dras mot den långsammare oljan och slutligen når de pappret och adsorberas av detta. Vattnet absorberas tack vare att cellulosan i patronen är hygroskopisk.

Slitage:

Syftet med ett filter är att avlägsna kontaminanter. Fullflödesfilter begränsas av tryckfallet och därför kan endast förhållandevis ”stora” (>20µm) partiklar avlägsnas. Dessa partiklar är mycket skadliga och kan orsaka ett omedelbart haveri. Syftet med fullflödesfiltren är således att förhindra detta (catastrophic failure). Av oljans totala partikeldistribution utgör dessa partiklar <1% i en begagnad olja. Filtren har liten påverkan när det gäller att minska slitaget i systemet då de slitande partiklarna är väsentligt mindre än 20µm.

Det finns tre typer av slitage som beror på partiklar, dessa är abrasion (slipning), utmattning och erosion (blästring). Abrasivt slitage är lätt att se då det blir repor av stora partiklar, en grå yta av små partiklar (oljan har blivit en slippasta) och en blank yta (polering) vid mycket små och mjuka partiklar. Utmattningsskador beroende på partiklar uppstår då kontaktytan minskar drastiskt p.g.a. att en partikel har fastnat mellan kontaktytorna (jfr. att trampa på en legobit). Skadan visar sig som gropbildning eller ”pitting”. Erosionsskador uppstår p.g.a. tyngre partiklar (metall) blåstrar systemet invändigt.

En ny olja är som tidigare nämnts inte ren och partiklarna är förhållandevis stora dvs. majoriteten ligger kring 5µm. I oljesystemet mals dessa till mindre partiklar som i sin tur genererar nya partiklar. I en begagnad olja förskjuts partikeldistributionen mot noll och partiklarna blir mindre och mindre samtidigt som antalet ökar exponentiellt. En partikelmätning visar innehållet av partiklar >4µm vilka är en mindre del av oljans totala partikelinnehåll. Om ett mer realistiskt värde på partikelinnehållet skall mätas skall en gravimetrisk analys göras med 0,8µm filtermembran. Partiklarna sliter inte bara på maskinerna utan även på oljan. Partiklarna adsorberar syre och transporterar ut detta i oljan. Syret reagerar med oljemolekyler

vilket betyder att oljan oxiderar. Oljans oxidation är det som bryter ner oljan kemiskt, en olja kan inte förstöras mekaniskt!

Dynamiska (verkliga) spel i maskiner ligger från $\sim 0,5\mu\text{m}$ och uppåt vilket innebär att om abrasions- och/eller utmattningsskador skall förhindras så måste dessa partiklar tas bort. Fin- eller djupfilter (by-pass) av olika varianter är ett steg i rätt riktning och de måste avlägsna så små partiklar som möjligt, gränsen för vad som är fysikaliskt möjligt ligger dock kring $3\mu\text{m}$. För att ta bort de allra minsta partiklarna ($<1\mu\text{m}$) måste alternativ teknik tas till. Det finns två olika principer för avlägsning av dessa submikronpartiklar eller mikrorening som det även kallas. En princip är s.k. elektrostatisk rening där partiklarna "dras" ur oljan med hjälp av elektrostatiske krafter jfr. elektrostatisk rökgasrening. Den andra principen är laminärrening som används i detta fall.

By passfiltren:

De fast monterade by-passfiltren från Internormen, (se bilaga 4) har en "filter fineness"* på $10\mu\text{m}$. Om detta betyder att alla partiklar $>10\mu\text{m}$ avlägsnas så är det återigen ett steg i rätt riktning men tyvärr inte tillräckligt bra. $6\mu\text{m}$ partiklarna påverkas marginellt vilket innebär slitage. $3\mu\text{m}$ -filtret som vi använder för punktinsatser skall enligt tillverkaren ta bort 98,7% av alla partiklar $>3\mu\text{m}$ och 50% av alla partiklar $>0,8\mu\text{m}$. Trots att detta filter har varit inkopplat i fem veckor på wj 3 så indikerade partikelsensorn för höga nivåer på samtliga storlekar samt ISO 21₆ μm (en till två miljoner $>6\mu\text{m}$ partiklar/100ml). Metoderna minskar slitaget men inte tillräckligt.

Fukt:

Vatten i oljan orsakar flera problem, det mest skadliga är s.k. väteskörhet. Detta fenomen uppstår när vatten (även i mycket små mängder) utsätts för högt tryck i t.ex. kontaktarean. Vattenmolekylen delar upp sig i syre och vätgas, vätgasatomen diffunderar in i metallen och härdar denna. Materialet blir hårt och sprött, sprickor uppstår under belastning och bitar lossnar. Symptomen är exakt densamma som vid överbelastning. SKF hävdar att lagerlivslängden minskar till hälften vid en vattenhalt av 100ppm fritt vatten. Så små mängder går inte att upptäcka med blotta ögat. Vatten i större mängder innebär korrosion av metall samt att det är en katalysator för oljans oxidation.

By-passfiltren från Internormen har ingen vattenavskiljande egenskap. $3\mu\text{m}$ -filtret skall avlägsna fritt vatten med hjälp av coalicering. Principen går ut på att klumpa ihop små vattendroppar till större som sjunker till botten i filtret. Europafilters system absorberar fritt och emulgerat vatten i cellulosan. Fuktsensorerna från Parker indikerar löst vatten som inte kan avlägsnas på något sätt, löst vatten är dock inte skadligt. Då oljans relativa fuktighet når 100% kondenserar vattnet och faller ut i droppform. Dropparna kan bli mycket små och homogeniseras i oljan, de settlar inte utan oljan blir en emulsion. På Kongsbergs indikeras oljans relativa fuktighet vid aktuell oljetemperatur. Larmgränsen är inställd på 80% RH. Observera att vatten (emulgerat eller fritt) inte uppstår förrän vid 100% RH.

*Detta begrepp är myntat av tillverkaren och någon definition finns inte.

Oljan:

I dessa system används Tellus T46 hydraulolja från Shell. Detta är en konventionell hydraulolja som speciellt lämpar sig för maskiner som går med stora temperaturskillnader. WJ aggregaten är inte bara hydraulsystem utan kräver smörjning av framförallt lager. Slitaget som har upptäckts i turbinerna kan vara orsakat av hydrauloljans oförmåga att förhindra slitage vid metallkontakt dvs. adhesion eller skärskador. Om det finns risk för metallkontakt så skall oljan innehålla EP-tillsatser. Shell har en annan produkt som heter Tellus S46, denna skall enligt databladet ha goda egenskaper för att förhindra slitage vid stål-mot-stål.

Resultat:

Slangarna från wj 3 som gick till 3µm-filtret kopplades in på Europafiltret och reningen kom igång vid 17.00 tiden den 20/11. **På morgonen den 21/11** (ca 15 timmar efter starten) indikerade partikelsensorn följande:

Dioden längst upp dvs. 4µm fast rött sken (en nivå över "larmgräns")
Diod i mitten dvs. 6µm grönt blinkande sken (på "larmgräns")
Diod längst ner dvs. 14µm, grön fast sken (under "larmgräns")

På Kongsbergspanelen visas ISO 15, (16 000 – 32 000 partiklar >6µm/100ml). Detta värde är det som RR rekommenderar för partikelstorleken.

På eftermiddagen kl. 14.00 samma dag indikerade sensorn följande:

Dioden längst upp dvs. 4µm: blinkande grönt sken
Diod i mitten dvs. 6µm: fast grönt sken
Diod längst ner dvs. 14µm, grönt fast sken

På Kongsbergspanelen visas ISO 14, (8 000 – 16 000 partiklar >6µm/100ml).

Senare samma eftermiddag kl. 17.00 eller 24 timmar efter start indikeras följande:

Samtliga dioder visar grönt fast sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 13, (4 000 – 8 000 partiklar >6µm/100ml).

Morgon 22/11 2007

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 11, (1 000 – 2 000 partiklar >6µm/100ml).

Eftermiddag 22/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 11, (1 000 – 2 000 partiklar >6µm/100ml).

Skiftat från wj 3 till wj 4, utgångsläget var:

Dioden längst upp dvs. 4µm: blinkande rött sken
Diod i mitten dvs. 6µm: blinkande rött sken
Diod längst ner dvs. 14µm, grönt fast sken

På Kongsbergspanelen visas ISO 17, (64 000 – 130 000 partiklar >6µm/100ml).

Morgon 23/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 12, (2 000 – 4 000 partiklar >6µm/100ml).

Eftermiddag 23/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 11, (1 000 – 2 000 partiklar >6µm/100ml). ISO-koden på wj 3 har ökat till 13.

Morgon 24/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 10, (500 – 1 000 partiklar >6µm/100ml). ISO koden på wj 3 ligger kvar på 13.

Morgon 25/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 9, (250 – 500 partiklar >6µm/100ml). ISO koden på wj 3, 13.

Eftermiddag 25/11

Samtliga dioder visar fast grönt sken, på Kongsbergspanelen visas ISO 9, (250 – 500 partiklar >6µm/100ml). ISO koden på wj 3, 13.

Slutsatser:

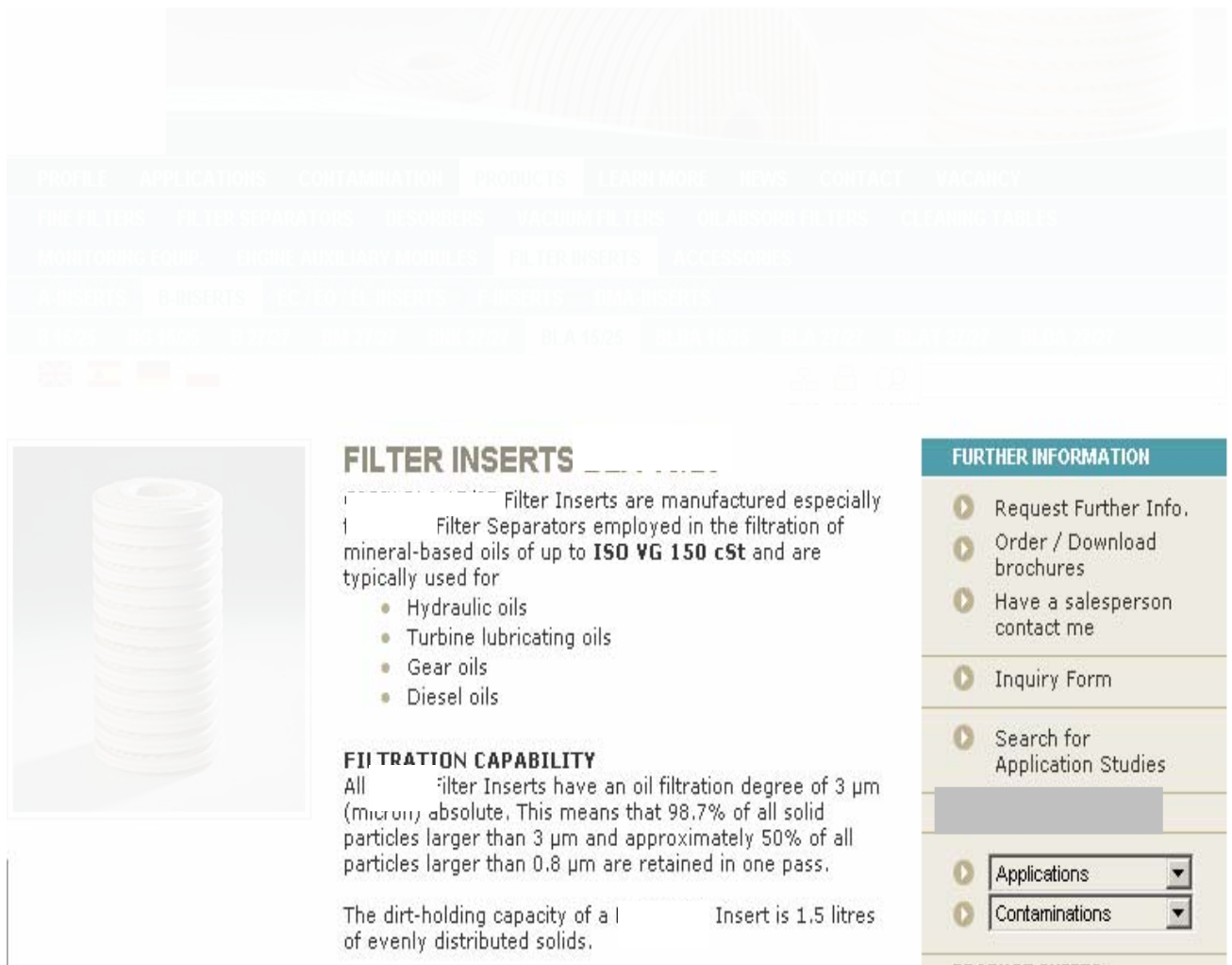
Av de oljereningsystem som har provats på wj 3 och 4 så tycks endast systemet från Europafilter ha haft önskad verkan. 3µm-filtret skall reducera partiklar över 3µm med över 97%, i så fall borde partikelsensorn ha indikerat grönt på samtliga dioder, istället blinkade de rött. ISO klassen var 21 för 6µm partiklar vilket är extremt högt och skyhögt över var RR kräver, detta efter det att filtret gått i fem veckor.

Efter installationen av systemet från Europafilter sjönk partikelhalten till ISO 13 på 24 timmar och de tre lysdioderna visade fast grönt sken. Efter ytterligare 24 timmar låg ISO klassen på 11. Reningen flyttades över till wj 4 där liknande resultat kunde ses. ISO klassen gick från 17 till 11 på 24 timmar. På eftermiddagen den 25/12 hade ISO klassen sjunkit ytterligare till 9. Detta innebär att partikelhalten på 6µm sjönk från mellan 130-250 000 till 250-500 på 72 timmar.

Det är inte troligt att filtren från Internormen som finns på växlarna, akterrampen och wincharna skulle ha fungerat bättre än 3µm-filtret eftersom filtreringsgraden är 10µm. För att förhindra slitage och felfunktion är det av yttersta vikt att oljesystemen hålls så rena som är tekniskt/ekonomiskt möjligt. Den investering som måste göras för by-passreningen kompenseras i viss mån av att oljebytesintervallet ökar och byten av fullflödesfilter minimeras. Oljebyten skall endast göras efter oljeanalys där leverantören har dömt ut oljan. Under normala betingelser betyder det att oljan och fullflödesfiltren inte behöver bytas under maskinens livslängd. Så länge oljan är ren behövs heller ingen tankrengöring eller flushning av systemet. Byte av reningspatron i Europafiltret görs då partikelsensorn indikerar en partikelökning.

Ett oljebyte borde dock göras mot en kvalité som har bättre EP egenskaper än Tellus T46.

Bilaga 1



PROFILE APPLICATIONS CONTAMINATION PRODUCTS LEARN MORE NEWS CONTACT VACANCY

FINE FILTERS FILTER SEPARATORS DESORBERS VACUUM FILTERS OIL ADSORB FILTERS CLEANING TABLES

MONITORING EQUIP. ENGINE AUXILIARY MODULES FILTER INSERTS ACCESSORIES

A-INSERTS B-INSERTS EC/EO/EL-INSERTS F-INSERTS DMA-INSERTS

3 µm 10 µm 20 µm 30 µm 40 µm 50 µm 60 µm 70 µm 80 µm 90 µm 100 µm 150 µm 200 µm 250 µm 300 µm 400 µm 500 µm

EN ES FR DE

FILTER INSERTS

Filter Inserts are manufactured especially for Filter Separators employed in the filtration of mineral-based oils of up to **ISO VG 150 cSt** and are typically used for

- Hydraulic oils
- Turbine lubricating oils
- Gear oils
- Diesel oils

FILTRATION CAPABILITY

All Filter Inserts have an oil filtration degree of 3 µm (micron) absolute. This means that 98.7% of all solid particles larger than 3 µm and approximately 50% of all particles larger than 0.8 µm are retained in one pass.

The dirt-holding capacity of a 1 Filter Insert is 1.5 litres of evenly distributed solids.

FURTHER INFORMATION

- ▶ Request Further Info.
- ▶ Order / Download brochures
- ▶ Have a salesperson contact me
- ▶ Inquiry Form
- ▶ Search for Application Studies

Applications

Contaminations

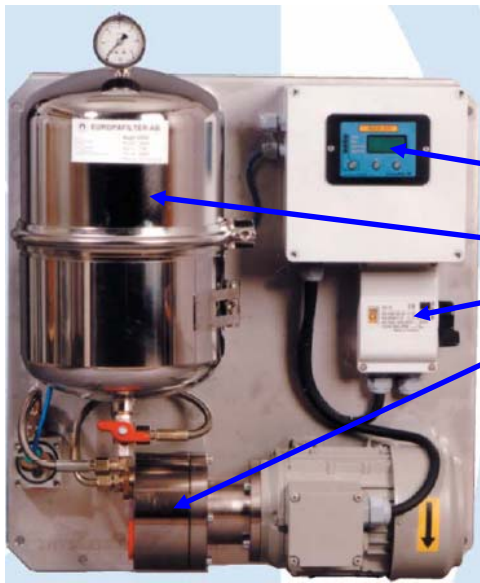
3µm-filtret är monterat i en hållare och utrustat med en elektrisk värmare.

Bilaga 2

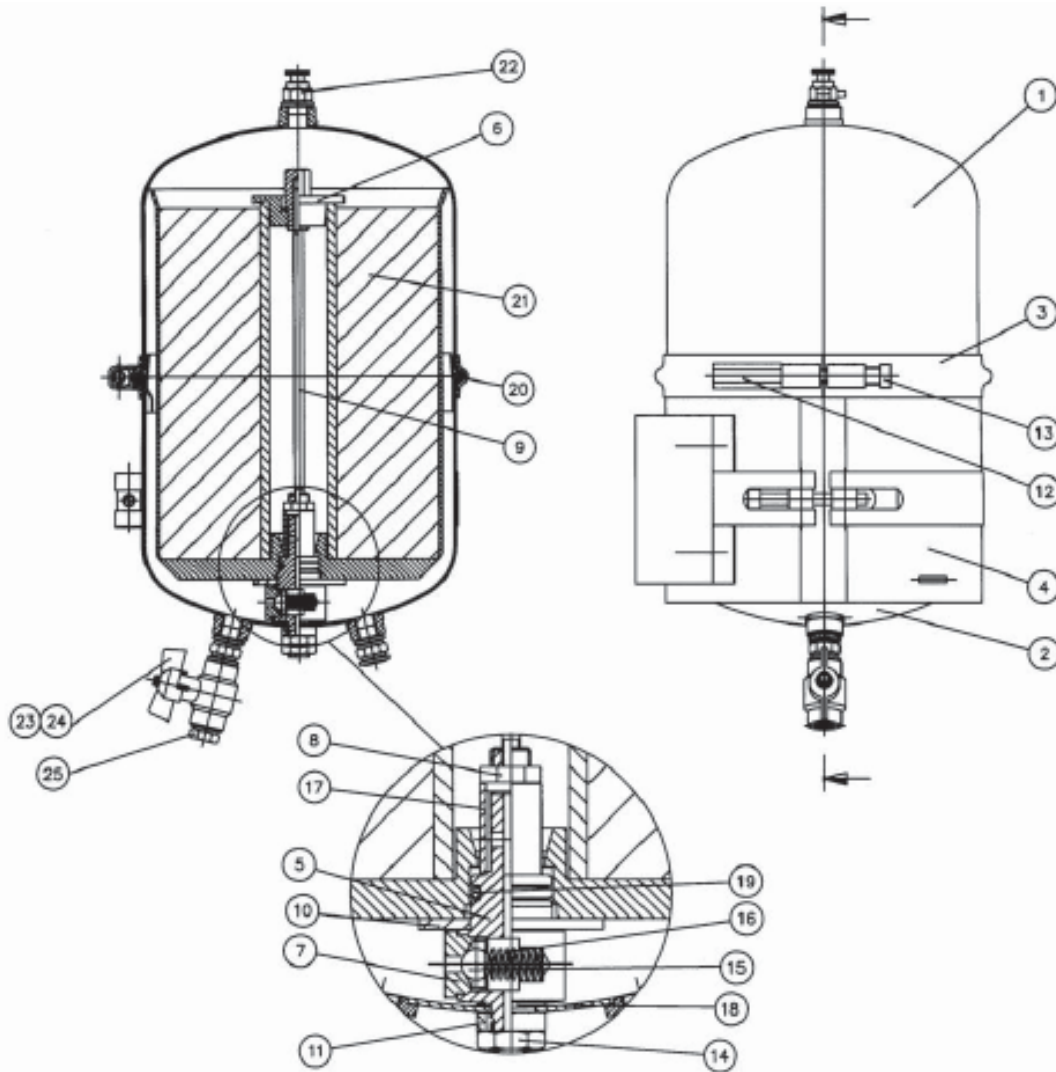


Partikelsensor från Parker Hydraulics. Sensorn mäter mängden partiklar i storleksområdena 4, 6 och 14 μ m. Användaren ställer in maxgränser på respektive storlek. Om de tre översta dioderna lyser grönt med fast sken så är nivåerna under inställt värde. Om dioden börjar blinka grönt ligger värdet på larmgräns. Vid en nivå över larmgräns lyser dioden med ett fast rött sken och vid en nivå som är två steg för högt eller mer så blinkar dioden rött.

Bilaga 3



- Flödesmätare
- Renare
- Pådrag
- Pump
- Patron



FILTER UNIT, stationary
Series US 20

Sheet No.
4003-1 G
Sheet 01

1. Type Index:

1.1. Filter unit: (coding example)
US 20 6VQ 10 B P - PM 003 O AIE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1. Unit no.
10. Filter unit, stationary
2. Pressure class: 20
3. Filter unit (code for 4 row case)
 6 VQ = 100µm, 6VQ = 2µm, 6VQ = 2µm, 6VQ = 4µm, 6VQ = 4µm, the top filter (plate 1) is
 6 VQ = 10 µm, 10VQ = 5 µm, otherwise as indicated
4. Feed direction of particles (0 for radial, 1 for axial)
5. As 10 bar
6. Filter unit name code
 B = to 10 bar
 P = Filter (HEP)
7. Filter unit name code
 V = Filter (HEP), for application
 A = 100 µm
 I = 2 µm
 O = 2 µm
 E = 4 µm
8. Material: PM 003
9. Filter unit (0 = no top or bottom filter, 1 = plate steel plate per 1 feeding, see fig. 10 bar)

Unit no.	100 µm	2 µm	4 µm	5 µm	10 µm	100 µm	2 µm	4 µm	5 µm	10 µm	100 µm	2 µm	4 µm	5 µm	10 µm
1001	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1011	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1021	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1031	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1041	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1051	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1061	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1071	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1081	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10
1091	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10	100	2	4	5	10

10. Filter unit (0 = no top or bottom filter, 1 = plate steel plate per 1 feeding, see fig. 10 bar)

10. 1. Height of the unit (mm)
 0 = 1000 mm
 1 = 1500 mm
 2 = 2000 mm
11. 1. Height of the unit (mm)
 0 = 1000 mm
 1 = 1500 mm
 2 = 2000 mm

1.2. Filter element: (coding example)
MNR 250 6VQ 10 B P -

1 2 3 4 5 6 7

1. Unit no.
- 1100 = standard for radial, horizontal, axial type
2. Pressure class: 20
3. 2 = 2 row case, 3 = 3 row case, 4 = 4 row case, 5 = 5 row case, 6 = 6 row case, 7 = 7 row case

Change of dimensions and design see the table below!

2. Reference version

3. Dimensions

4. Legend

01 = Feed to grade, medium ring, 100 µm, 2 µm, 4 µm, 5 µm, 10 µm
 02 = Change of filter, 100 µm
 03 = Change of filter, 2 µm
 04 = Change of filter, 4 µm
 05 = Change of filter, 5 µm
 06 = Change of filter, 10 µm
 07 = Change of filter, 100 µm
 08 = Change of filter, 2 µm
 09 = Change of filter, 4 µm
 10 = Change of filter, 5 µm
 11 = Change of filter, 10 µm

5. Notes

1. The filter unit is designed for a maximum operating pressure of 20 bar.
 2. The filter unit is designed for a maximum flow rate of 1000 m³/h.
 3. The filter unit is designed for a maximum temperature of 50 °C.
 4. The filter unit is designed for a maximum humidity of 95%.

Internormen **Technologie**

Industriestraße 41, 40461 Albstadt (Germany)
 phone +49 (0) 71 43 20 - 2000 0
 fax +49 (0) 71 43 20 - 2000 40
 e-mail info@internormen.com
 web www.internormen.com