

## Oliefiltrering og vedligehold

Forfattet af Steffen D. Nyman, CleanOilCon

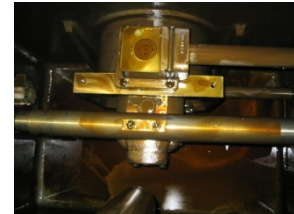
Kravene til produktionsoptimering øges konstant og dermed krav til præcision, hurtighed, pålidelighed, længere levetid samt lavere forbrug. Samtidig optimeres design og konstruktion for at opnå lave produktionsomkostninger, lettere produkter m.v. Alt dette peger i retning af bedre olievedligehold, da studier viser at 80% af olierelaterede nedbrud i maskineri skyldes uren olie.



Figur 1. Partikelslid, kugleleje



Figur 2. Vand i smøreolie



Figur 3. Oxidationsrester, hydraulik

Enhver maskine som bruger olie til kraftoverføring, smøring eller forbrænding vil påvirkes af oliens tilstand. Olien kommer i kontakt med alle systemkomponenter og bør anses lige så vigtig som blodet i menneskekroppen. At holde oliens egenskaber og maskinkomponenter i bedst muligt stand er derfor "livsvigtigt".

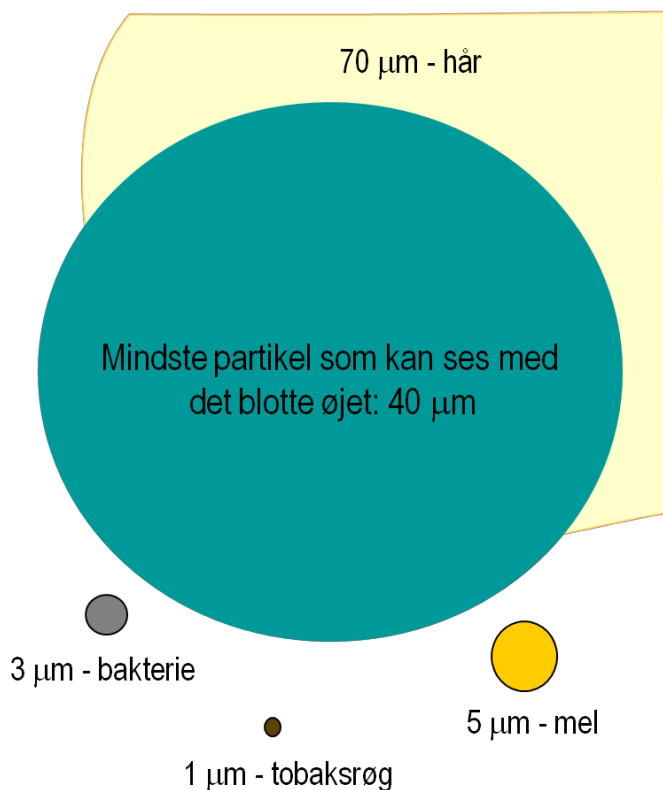
Formålet med at holde olien ren i et hydraulik eller smøreoliesystem er derfor primært at sikre optimal beskyttelse af maskinkomponenter så pålidelighed og driftsikker funktion sikres, da følgeomkostninger ved nedbrud og produktionsstop oftest er skyhøje. F.eks. kan en dårlig fungerende servoventil i et hydrauliksystem resultere i driftsstop af et produktionsanlæg.

Sekundært mål er at opnå lavere driftsomkostninger i form af længere levetid for alle systemkomponenter og olien selv. Hermed sikres optimal økonomisk drift i forhold til systemets produktionsmæssige ydelse.

Det samme gør sig gældende ved forbrænding af diesel/gasolie, hvor en dårlig renhed i form af partikler og vandindhold medfører stort slid på brændstofpumpen, nåleventiler, dyserne m.v. især i nyere commonrail motorer hvor trykket er højt og tolerancerne er yderst fine (typisk under 10  $\mu\text{m}$ ).

Når man snakker partikelstørrelser i olie er det vigtigt at forstå at man ikke kan se disse. De måles i mikrometer, hvilket er tusindedele af en millimeter og skrives mikron eller  $\mu\text{m}$ . Tobaksrøg er ca. 1  $\mu\text{m}$  og et menneskehår ca. 70  $\mu\text{m}$  i diameter, mens de mindste partikler man kan se med det blotte øje er ca. 40  $\mu\text{m}$  - støvpartikler som danser i en solstråle.

Til sammenligning er størstedelen af partikler som forefindes i olie under 10  $\mu\text{m}$ , dvs. usynlige for os. Dog vil en stor mængde partikler ændre oliens farve til det mørkere.



Figur 4. Hvad er mikron for en størrelse?

I hovedparten af oliesystemer er det partikler i silt størrelse (2-7  $\mu\text{m}$ ) der er særligt slidende, da de kan klemme sig ind i spillerummet mellem f.eks. ventilhus og glider i en servoventil eller mellem stempel og cylindervæg i en stempelpumpe. Dette forårsager rivninger, så kaldt abrasivt slid, som kan give slidrater tusinde gange større end beregnet af maskinkonstruktøren.

Disse partikler er luftbårne og vil i stort antal trænge ind i oliesystemet via akseltætninger, stempelstangpakninger og andre pakninger, samt utilstrækkelige åndefiltre på olietanke.

I forbindelse med olievedligehold er det derfor vigtigt at reducere mængden af partikler netop i "spillerum" størrelsen for at minimere risikoen for abrasivt slid.

#### Spillerummet – den dynamiske oliefilmtykkelse for typiske maskinkomponenter (figur 5):

Komponenter	Dynamisk oliefilmtykkelse (mikron)
Glidelejer og bøsninger	0,5 – 100 $\mu\text{m}$
Hydraulikcylindre	5 – 50 $\mu\text{m}$
Motorer, stempelring/cylinderforing	0,3 – 7 $\mu\text{m}$
Stempel- og gearpumper	0,5 – 5 $\mu\text{m}$
Servo- og proportionalventiler	1 – 3 $\mu\text{m}$
Rulle- og kuglelejer	0,1 – 3 $\mu\text{m}$
Gear	0,1 – 1 $\mu\text{m}$
Dynamiske pakninger (akseltætninger m.m.)	0,05 – 0,5 $\mu\text{m}$

Kilde: Noria Corporation

## Hvor kommer forureningskilderne fra?

*Faste partikler* "indbygges" i såvel komponenter som oliesystemer under produktion f.eks. i forbindelse med støbning, svejsning, metalbearbejdning samt under transport og montage.

Partikler kommer også "medleveret" i olien, da al ny olie ofte er af uacceptabel renhedsgrad. Det er desuden vigtigt at transportere og lagre olie korrekt, samt påfylde gennem et filter af mindst samme finhed som de øvrige filtre i systemet.

Partikler i form af støv fra omgivelserne trænger ind gennem akseltætninger, hydraulik stempelstangspakninger m.v. samt via åndingsluften til olietanken. Der bør derfor altid monteres et åndefilter på tanken.

*Vand* kan trænge ind i oliesystemet i forbindelse med utætte pakninger, kølere eller andre uheld, men i langt de fleste oliesystemer kommer vandet fra kondensering. Hvis der får lov til at stå varm og fugtig luft i olietanken vil vanddampen kondensere når oliesystemet køles ned under driftsstop. Det anbefales derfor at montere et åndefilter med vandabsorberende effekt f.eks. silica gel perler.

*Oxidationsrester*, som skabes i forbindelse med nedbrydning af olien er et udbredt problem i de fleste industrier. De er forløbere for aflejringer kaldet fernis/harpiks på komponenter, der kan forårsage driftsstop og maskinproblemer. Harpiksproblemer ses oftest på følsomme kontrolsystemer med små tolerancer, så som servo- og proportional ventiler, men kan også blokere kølere og trykfiltre.

De væsentligste olienedbrydende elementer er metalpartikler, vand og høje temperaturer. Selv kortvarig, lokal overophedning af olien resulterer i nedbrydning og vil reducere oliens levetid.

Der er i de seneste år lavet mange undersøgelser af hvordan oxidationsrester dannes, udfælder og fjernes, men det er stadig et af de mest uafklarede fænomener indenfor olie og smøring.

## Hvad skal fjernes fra olien?



Figur 6. Fire typer af olieforurening: syre, vand, partikler, oxidation

Man skal være opmærksom på, at optimal driftsikkerhed og beskyttelse af oliesystemet kun opnås hvis det valgte vedligeholdelsesudstyret kan fjerne alle typer af relevant olieforurening fra oliesystemet. Det drejer sig om:

*Faste partikler*, som findes i oliesystemet forårsager slid og rivninger på komponenter hvorved der genereres flere partikler. Det er starten på en ond cirkel, der kun kan bremses ved hjælp af korrekt filtrering. Specielt de partikler i samme størrelse som spillerummet/oliefilmen er yderst skadelige, da de slider voldsomt på pumper, ventiler, lejer og gear. Det er typisk partikler under 10 µm. Metalpartikler er også medvirkende faktor i olienedbrydning – så kaldt katalysator til oxidation.

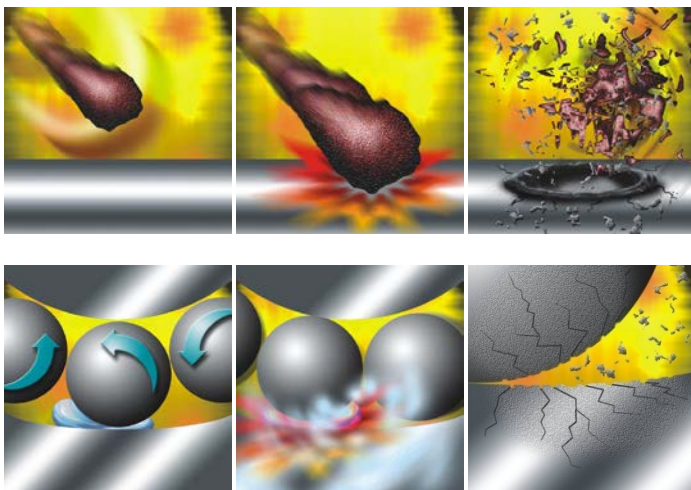
*Vand*, fordi vand i olie forårsager bl.a. mikropitting og brintskørhed i pumper, gear og lejer, samt er katalysator for rust og olienedbrydning. Vand kan desuden forårsage bakterievækst med slam til følge (specielt i dieselolie, kaldet dieselpest).

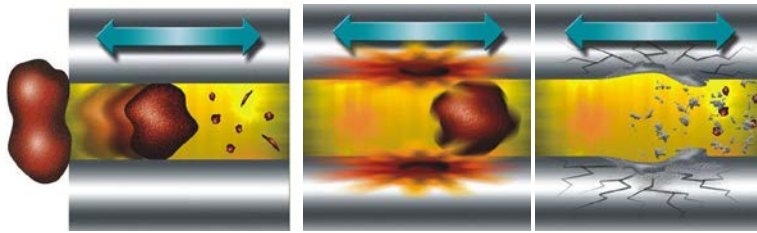
*Oxidationsrester* pga. olienedbrydning som reducerer oliens levetid betydeligt, samt genererer syrer. Resterne fra nedbrydning vil udfælde som fernis, harpiks og slam i oliesystemet og vil resultere i hængende ventiler, blokerede kølere samt forøget slid som følge af "sand-papir-effekt".

*Syre*, som genereres under oxidation af olier, ved hydrolytisk nedbrydning af esterbaserede væsker eller som indtrængende restprodukter efter forbrænding af diesel/gasolie. Syre nedbryder olien så levetiden reduceres og kan medvirke til kraftig korrosion af metaloverflader.

De fire ovenfor beskrevne typer af forurening skal fjernes for at opnå optimal smøring og levetid for maskinkomponenterne samt olien.

Uanset hvilke forureningskilder som et oliesystem er udsat for vil partikler blive genereret konstant. Figur 7 nedenfor viser nogle af måderne hvorved metalpartikler frigives til olien.





Figur 7. Forureningskilder og slid

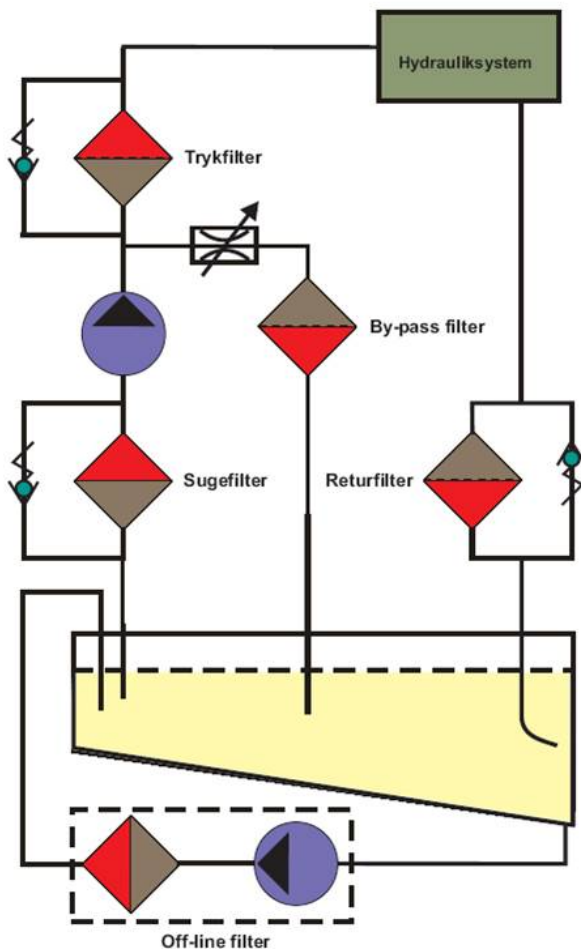
”**Sandblæsning**”. Når partikler med høj hastighed slynges mod oliesystemets metaloverflader, nedbrydes materialet og slidpartikler frigives til olien

**Kavitation** opstår hvor vand er til stede mens olien udsættes for tryk. Vandmolekyler kolliderer med stor kraft som resulterer i kraterer i metaloverfladerne som efterlades sårbare for videre nedbrydning

**Rivning**. Når partikler kommer i klemme i spillerummet mellem dele i bevægelse, rives metaloverfladerne og frigiver flere partikler

## Oliefiltrering

Virksomheder der tilstræber optimale driftsbetingelser for deres maskiner er enige om, at dette ikke kan ske uden oliens forureningsgrad nedbringes og stabiliseres på et passende lavt niveau gennem omhyggelig filtrering. Filtrering kan i princippet ske på alle olieledninger samt tanken, som vist på illustration her.



Figur 8. Skematisk tegning af filtermontering på et oliesystem

## Forklaring til figur 8

*Sugefiltre* anbefales normalt ikke da en tilstopning af dette vil medføre luftdannelser på pumpens sugeside og alvorlig kavitation til følge. Hvis et sugefilter ønskes monteret skal finheden være større end 100  $\mu\text{m}$ , dvs. egentlig en si. Reelt kan sugefiltre undgås hvis blot tankåbninger holdes lukkede og tanken monteres med et åndefilter med minimum 10  $\mu\text{m}$  og helst 3  $\mu\text{m}$  finhed.

*Trykfiltre* anbefales på alle oliesystemer og kan med fordel monteres "inline" som beskyttelsesfiltre før følsomme komponenter, for eksempel mellem hovedpumpen og servoventiler. Konventionelle trykfiltre er typisk fremstillet af glasfiber eller metal, da de skal modstå store tryk og oliemængder (flow), men samtidigt lave så lille væskemodstand som muligt. Derfor er deres tæthed og filtreringsdybde begrænset. Trykfiltre er som regel plisserede for at opnå størst muligt overfladeareal.

Da trykfiltre er installeret efter oliesystemets hovedpumpe lever de et hårdt liv med mange trykstød pga. start/stop, hvilket er skadeligt for ethvert filters effektivitet. Mange af de partikler som er blevet tilbageholdt af filtret kan under pulserende tryk brække itu eller løsrives og dermed frigives til olien igen. At tilbageholde fine partikler er derfor yderst vanskeligt, hvorfor de fleste trykfiltre er af 10  $\mu\text{m}$  – 30  $\mu\text{m}$  finhed. De har dog en vigtig sikkerhedsmæssig funktion i alle oliesystemer.

*Returfiltre* ses typisk på hydrauliksystemer og er beregnet til at tilbageholde de partikler som indtrænger eller genereres i systemet under drift, så disse ikke når tilbage til tanken og dermed ikke forurener den cirkulerende olie. Som trykfiltre er returfiltre også udsat for varierende flow og tryk pulsationer, dog af mindre intensitet, hvorfor returfiltre kan have finere filtrering med bedre effektivitet.

*By-pass filtre* tilsluttes oliesystemet via en trykbegrænsende flowreguleringsventil på hovedpumpens trykside med retur direkte til tanken. Det filtrerer således kun en del af den totale oliestrøm, men ved et lavere tryk og forholdsvis jævnt flow. På grund af disse mere konstante filtreringsbetingelser kan et by-pass filter gøres finere og opnå en bedre filtreringseffektivitet. By-pass filtre fås med meget tætte/fine dybdefiltrerings-elementer (2 – 3  $\mu\text{m}$ ) med god snavskapacitet samt mulighed for vandfjernelse.

Alle de ovenfor beskrevne filtreringsteknikker lider dog under at de kun filtrere olien når hovedpumpen leverer olie. Specielt i hydrauliksystemer med variable pumper vil der en stor del af tiden være meget begrænset flow og dermed filtrering. Optimale driftsbetingelser for et filter opnås når flow og tryk holdes konstant mens filtret er i drift kontinuerligt.

*Offline filtrering* er den eneste filtreringsteknik der kan skabe konstante, ensartede driftsbetingelser for et filter og dermed sikre en så lav forureningsgrad af oliesystemet som muligt f.eks. til at opnå en specifik ønsket olierenhed.

En offline filter installation kan i princippet sammenlignes med hvordan en nyre og et dialyseapparat fungerer. Filtret er forsynet med sin egen cirkulationspumpe og arbejder kontinuerligt i en separat filterkreds på systemets olietank. Da flowet er bestemt af offline pumpen, som er tilpasset filtrets finhed/tæthed, kan flowet holdes lavt og ensartet uden risiko for trykstød. Det er derfor muligt at

anvende et meget fint filtrerende element f.eks. et 3 µm dybdefiltreringselement som kombinerer stor snavskapacitet med fin partikelfiltrering og vandfjernelse ved absorbering.

Hvis systemets driftsbetingelser taler for dette kan kontinuerlig vandudskillelse, ved hjælp af coalescering, centrifugering eller vakuumenteknik, også monteres offline.

Da offline filterkredsen arbejder uafhængig af det egentlige hydraulik eller smøreoliesystem er offline filtrets effektivitet konstant – også i perioder hvor hovedsystemets pumpe(r) ikke er i drift.

I sådanne stilstandsperioder er offline filtrering helt optimalt, da al olien i systemet og tanken kan renses helt i bund og dermed sikrer en problemfri opstart med helt ren og vandfri olie.

Uanset hvilken filtertype og installation man vælger, skal det altid monteres servicevenligt, så det er let at udskifte filterelementer. Alle filterhuse bør desuden være monteret med en omløbsventil, som åbner ved fyldt filterelement og dermed sikrer at filtret ikke sprænges pga. overtryk. Derudover bør forefindes en tydelig indikator for fyldt filterelement f.eks. et manometer og gerne en fjernindikator med alarm.

## Filter definitioner

*Nominal filtrering* er en anslået værdi som indikerer hvilke partikelstørrelser et filter formodes at fjerne en hvis procentdel af. Der er ingen standarder for dette, så sammenligning af forskellige filtertype er meget vanskeligt. Olietryk og koncentration af partikler vil betyde meget for effektiviteten af et filter som er klassificeret ved en nominal værdi.

*Absolut filtrering* beskriver filtermaterialets porestørrelse (finhed) og dermed den maksimale partikelstørrelse som kan passere gennem filterelementet. Filtret skal efterleve nogle standard tests for filtrering. Filtrets grad af finhed eller porestørrelse vælges i henhold til spillerummet og oliefilmens tykkelse på de komponenter som filtret skal beskytte. F.eks. 3 µm til rullelejer og højtrykshydraulik.

*Beta-værdien* er en måleenhed for filtereffektivitet ved en given partikelstørrelse. Den skrives som  $\beta_x$  hvor "x" repræsenterer partikelstørrelsen i mikron og  $\beta$  (Beta) er effektiviteten for filtret. F.eks. betyder  $\beta_3 = 200$ , at 1 partikel ud af 200 i størrelsen 3 µm vil passere igennem filterelementet ved ét gennemløb. Dette svarer til at 0,5% af 3 mikron partikler passerer, mens 99,5% tilbageholdes i en gennemstrømning af filterelementet.

Beta-værdien findes ved at montere det omtalte filterelement i et standardiseret testudstyr, som måler antal partikler før og efter filterelementet. Testen tager dog ikke hensyn til de udfordringer som oliefiltere udsættes for i virkelige oliesystemer; så som luft i olie, vibrationer og trykstød fra stop/start af pumper hvilke reducerer filtereffektiviteten kraftigt.

*Snavskapacitet* er mængden af olieforurening (partikler, vand og oxidationsrester) som kan tilbageholdes i et filterelement før det maksimale differenstryk opnåes – altså før omløbsventilen åbner. Man siger at filtret er fyldt og er gået "på tryk".

Snavskapaciteten kan måles i volumen eller vægt og denne størrelse er yderst vigtig for bestemmelse af et filters driftsomkostninger over en periode. Man kan sammenligne driftsomkostninger for filtre ved



at dividere kostprisen med snavskapaciteten og derved udregne prisen for ét gram fjernet olieforurening. Et billigere filter af en ringere kvalitet, viser sig ofte at være væsentligt dyrere i drift end et kvalitetsprodukt med en større snavskapacitet.

## Olierenhed og levetid

Olierenheden spiller en stor rolle for oliens og maskinkomponenters levetid. Maskinlevetiden kan forlænges mærkbart ved at reducere antallet af partikler – specielt dem i spillerumsstørrelse. F.eks. kan levetiden for en hovedpumpe i et hydrauliksystem forlænges tre gange fra 15.000 til 45.000 driftstimer, blot ved at renholde olien med et 3 µm offline filter. Ligeledes kan rulle- eller kuglelejers levetid firedobles hvis vandmængden reduceres og holdes under 0,01 % (100 ppm vand i olie).

Olielevetiden er også stærk påvirket renheden, da slidpartikler og vand virker som katalysatorer der oxiderer og nedbryder olien så den må skiftes. En helt ren olie som arbejder ved kontrollerede temperaturer kan holde meget længe. Der er mange eksempler på hydraulik og smørelie som har været i drift i 15-20 år uden at være modne til udskiftning f.eks. på hydrauliske presser og dampturbiner.

For langt de fleste virksomheder er driftssikkerheder meget vigtig og et uplanlagt stop eller nedbrud i produktionen koster mange ressourcer. Disse omkostninger tages fra firmaets fortjeneste, som kunne bruges bedre på produktionsforbedringer, investeringer eller andet. Driftssikkerhed, maskinlevetid og olieforbrug mærkes på bundlinjen, så det er helt naturligt at de firmaer som klarer sig bedst i konkurrencen er dem som tænker olievedligehold med ind i den store helhed.

## Hvornår er finfiltrering anbefalelsesværdig?

Finfiltrering af olie dvs. filtrere med meget fin filter porestørrelse skal anvendes der hvor omfanget af omkostningerne for ikke at have optimal olierenhed er meget høje.

Det kan for eksempel være styrevæsken i et reguleringssystem på en dampturbine, hvor en hængende ventil kan medføre stop af turbinen og omkostninger i hundrede tusinde kroners klassen. Se flere eksempler i afsnittet "typiske applikationer hvor finfiltrering kan anbefales".

Et filterelement med stor finhed (f.eks. 3 µm absolut) vil yde større modstand ved oliegennemstrømning end et mindre tæt filter (20 µm absolut) udsat for samme flow og olieviskositet. En større filteroverflade vil derfor kræves, hvis ikke differenstrykket over det finere filterelement skal blive for stort og omløbsventilen åbne.

Kostprisen, effektiviteten og snavskapaciteten skal også med i overvejelserne, når et oliefilter med bedre finhed vælges. Fordelene ved god olierenhed er store, dog har mange erfaret at meget fin filtrering på hovedledningen (inline) vha. trykfiltere kan være en yderst bekostelig affære.



## Offline filtrering

Bedst mulig olierenhed til lavest mulig omkostning opnås med offline filtrering. Dette er på grund af de optimale betingelser som offline filtret udsættes for; kontinuerlige drift, konstant flow og konstant tryk.

Anvendes et offline dybdefiltreringselement som både kan fjerne meget fine partikler, vand, syre samt oxidationsrester/harpiks fra olien, vil man kunne opnå optimal renhed og beskyttelse af samtlige komponenter i oliesystemet.

Med hensyn til driftsoptimering vil fordelene ved offline filtrering være:

- Større maskinpålidelighed og driftssikkerhed (færre driftsstop)
- Forøget maskinpræcision og repeterbarhed
- Lavere omkostninger til service og vedligehold pga. forbedret levetid af komponenter og olie
- Forbedre og holde det ønskede renhedsniveau i oliesystemet, så der opnås optimal beskyttelse af alle komponenter
- Holde alle komponenter samt olietanke rene, så manuel rengøring undgås

Et offline filter består som minimum af komponenterne: pumpe, filterelement, filterhus med omløbsventil samt olietryksmåler/manometer, da differenstrykket over filtret fortæller hvornår elementet skal skiftes.

Filterelementet kan være et traditionelt glasfiber plisseret trykfilter eller et dybdefiltreringselement som oftest fremstillet af cellulose.

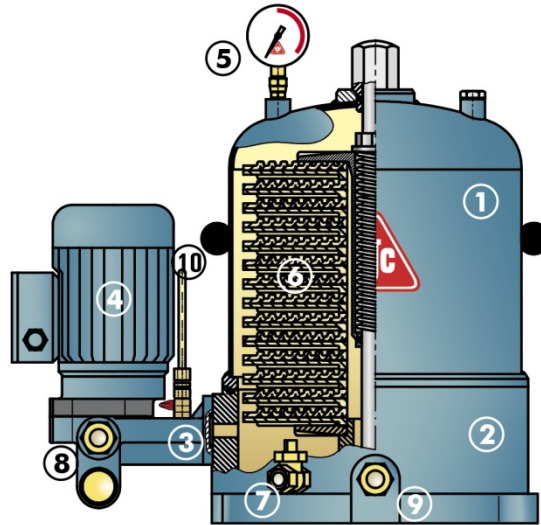
For at opnå flest mulige fordele monteres offline filtrets sugeledning til laveste punkt på systemtanken (bunddræn). Hermed sikres at al forurening, partikler, vand m.v. som udfælder i tanken også fjernes fra olien. Man kan med fordel montere et T-stykke på tanken så den stadig kan drænes, samt et T-stykke mere med en kuglehane og lynkobling på offline filtrets sugeside. Hermed kan oliepåfyldning ske via offline filtret, så ny olie filtreres inden den kommer i kontakt med systemkomponenterne.

Returledningen fra offline filtret tilsluttes så den rene olie tilløber systemtanken så langt væk fra dræn som muligt og under olieniveau i tanken.

Figur 9 viser komponenter i et typisk offline filter af dybdefiltreringstypen.

## Hovedkomponenter HDU 27/- Serien

- ① Filterhus
- ② Filterbase
- ③ Pumpe
- ④ E-motor
- ⑤ Manometer
- ⑥ Filterindsats
- ⑦ Aftappingsventil
- ⑧ Olieindgang
- ⑨ Olieafgang
- ⑩ Prøveudtag



Figur 9. Offline filter af typen CJC™ HDU27/27

Kilde: C.C.JENSEN

### Konklusion - oliefiltrering og vedligehold

”Projekt ren olie” omfatter andet og mere end blot filtrering. Hvis bedste praksis (best practice) indenfor olievedligehold skal følges indgår filtrering som et delelement på linje med korrekt tankkonstruktion, rene komponenter i montagen, omhyggelighed ved samling, flushing før opstart, emballering, opbevaring af olien, påfyldning af olie via et filter, konstant affugtning, åndeluftsfiltrering, temperaturstyring samt løbende olieanalyser.

Al dette kræver en systematisk tilgang, hvor systemkonstruktøren og brugeren forstår bedste praksis, da de begge har interesse i det.

Når der i dag stilles så store krav til produktionsoptimering (præcision, hurtighed, pålidelighed m.v.) er brugerne nød til at kræve at systemkonstruktøren forpligter sig til højeste standard indenfor olierenhed. I praksis foregår dette ved at konstruktøren eller leverandøren af et oliesystem dokumenterer renheden i forbindelse med montage, opstart og drift. Så kan et langt liv for oliesystemet starte på bedste vis og den efterfølgende kontinuerlige vedligehold optimeres.

## Typiske applikationer hvor finfiltrering kan anbefales

Oliefiltre med lille porestørrelse (mindre end 10 µm) kan med fordel installeres offline og på stort set alle oliesystemer hvor optimal olierenhed ønskes og hvor omkostningerne forbundet med uren olie er høje. Her følger nogle eksempler.

### Hydraulisk spil på fiskerbåd

*Grund til finfiltrering:* Store omkostninger forbundet med nedbrud af spil, da net og fangst ikke kan trækkes ombord og komponenterne er dyre. Stor risiko for partikler og vand i olien pga. hårdt miljø og intensivt brug, efterfulgt af perioder med stilstand. Højt tryk og fine spillerum i ventiler og pumper kræver ren olie.

*Problem:* Oxidationsrester og rust pga. vand i olien får ventiler til at hænge. Partikler slider på hydraulikpumper og ventiler så præcision og funktion hindres, samt levetiden forringes.

Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3 µm), oxidationsrester, samt vand.

### Hydraulisk styrevæske på turbinereguleringssystem (gas eller dampturbine)

*Grund til finfiltrering:* Funktionsfejl i reguleringssystemet medfører turbinestop, som kan løbe op i flere hundrede tusinde kroner. Komponenter og styrevæsken er meget dyre.

Oftest bruges en fosfater baseret styrevæske, da den er brandhæmmende. Desværre nedbrydes fosfater til syre ved kontakt med vand

*Problem:* Det forøgede syretal resulterer i korte olieskift intervaller og kan give store skader på komponenter. Partikler, harpiks og vand forårsager slid og fejlende styreventiler.

Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3 µm), oxidationsrester, vand samt syre

### Smøreolie på en damp og gasturbiner

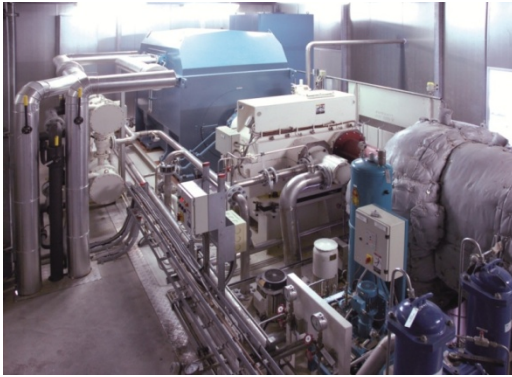
*Grund til finfiltrering:* Store omkostninger forbundet med turbinestop pga. reduceret fortjeneste. Kan endda resultere i bødeforlæg fra aftageren. Stor olievolumen er kostbar at udskifte.

*Problem:* Høje lejetemperaturer genererer harpiks/oxidationsrester, som udfælder i trykfilter og spillerummet i lejer. Hvis turbinereguleringssystemet og smørekredsen anvender fælles olie vil harpiks blokere reguleringsventiler og resultere i turbineudfald.

Partikler sætter sig i harpikslaget og giver en slidende "sandpapireffekt".

Dampturbiner har risiko for kontinuerlig damp/vand indtrængen gennem labyrintpakninger. Vandet skaber rustproblemer, samt er katalysator for hurtig olienedbrydning.

Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3 µm), oxidationsrester, samt vand kontinuerligt på dampturbiner.



Figur 10. Offline filter monteret på turbinesmøreolie

### **Olie i gearkasse på køletårn**

*Grund til finfiltrering:* Blæser i køletårn skal stoppes ved gearolieskift, som også er farligt og besværligt. Store omkostninger forbundet med reparation eller udskiftning af nedbrudt gear.

*Problem:* Vand og partikler i olien giver korte olieskift intervaller og reducerer gearrets levetid.

Et offline filter kan anvendes til at toppe op med olie uden at skulle stoppe gearret/blæseren, samt forlænger olie- og gear levetiden.

Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3  $\mu\text{m}$ ), oxidationsrester, samt vand

### **Transformerolie**

*Grund til finfiltrering:* Transformerens levetid afhænger i stor udstrækning af isoleringen om kernen/viklingerne. En dårlig isolering kan resultere i elektrisk overslag og i værste fald en eksplosion. Høj pris og lang leveringstid på en erstatningstransformer forværre situationen.

*Problem:* Oliens skal køle og isolere, men vand og partikler giver lav gennemslagsspænding.

Papirisoleringen nedbrydes ved vand i olien, så transformerens levetid reduceres betragteligt.

Offline filtret skal kunne filtrere meget fint (3  $\mu\text{m}$ ), samt være en type som kan holde vandniveauet under 10 ppm i olie, da dette vil tørre papirisoleringen og dermed forlænge levetiden.

### **Olie i vindmøllegear**

*Grund til finfiltrering:* Nedbrud er forbundet med store omkostninger, da reparation eller udskiftning af lejer og gear er dyre samt kræver specialkraner, da møller oftest er opstillet afsides. Desuden resulterer det i manglende energiproduktion.

*Problem:* Meget stor kraft/moment overførsel og et kompleks geardesign (planetgear) stiller store krav til olie kvaliteten og renheden. Partikler og vand reducerer både olie- og komponentlevetiden. Uren olie kan nedbryde et leje eller gear på så kort tid som ét år.

Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3  $\mu\text{m}$ ), oxidationsrester, samt vand (kondens)

### **Motorsmøreolie på dieselmotorer (typisk skibsmotor)**

*Grund til finfiltrering:* Høje omkostninger til olieudskiftning pga. store oliemængder og kort olielevetid. Renovering af motorer er meget dyrt.

*Problem:* Meget varmt olie, slidmetaller samt rester fra forbrændingen (sod, syre m.v.) resulterer i kort olielevetid. Oxidationsrester kan blokere filtre, oliekanaler og glasere cylinderforinger. Sodniveau

reducerer TBN tallet (basisk egenskab for olien).

Offline filtret skal kunne fjerne oxidationsrester, slidpartikler og sod (ca. 1  $\mu\text{m}$ ), så TBN tallet stabiliseres. Hermed forlænges olie og komponentlevetid.

### **Dieselolie filtrering**

*Grund til finfiltrering:* Hvis dele af indsprøjtningssystemet ikke fungerer optimalt pga. slid eller er blokeret mister motoren virkningsgrad og kan i værste fald stoppe helt. Store omkostninger forbundet med reovering af indsprøjtningssystemet.

*Problem:* Højt tryk og meget fine tolerancer specielt i commonrail systemer. Brændstofpumpe, nåleventiler, indsprøjtningdyser slides af vand og partikler. Diesel/gasolie er hygroskopisk dvs. absorberer vand fra omgivelserne og kondens i brændstoftanke kan resultere i stort vandindhold. Bakterievækst giver slam i tanke (dieselpest). Støv og sandpartikler forefindes i store mængder. Offline filtret skal kunne fjerne fine partikler (3  $\mu\text{m}$ ), bakterier, samt vand kontinuerligt. Coalescering virker rigtigt godt til vandfjernelse.

22 marts 2013.

Steffen D. Nyman  
Corporate Trainer & Consultant  
[www.CleanOilCon.com](http://www.CleanOilCon.com)

