



HYDRAULIK RENHED

BITVA 
TEKNISKE LEVERANDØRER

Lavet i samarbejde med DTU

DTU



Forord

BITVA er en kommercielt orienteret landsdækkende brancheforening, hvis mere end 150 medlemsfirmaer er importører, agenturvirksomheder, producenter, ingeniør- og handelsvirksomheder og datterselskaber af udenlandske koncerner.

Branchens virksomheder er leverandører af alle former for automations- og automatikløsninger, transmissionssystemer, værktøj og værktøjsmaskiner, tilbehør, udstyr, reservedele m.m. og ikke mindst faglig knowhow og ekspertise til alle segmenter indenfor dansk industri, landbrug, maritimt, offshore, offentlige værker m.v.

BITVA repræsenterer de stærkeste og mest innovative produkt – og vidensområder i dansk erhvervsliv.

Størstedelen af de førende virksomheder indenfor branchen er medlem af BITVA. Læs mere på **www.bitva.dk**

Hydraulik faggruppen i BITVA har udarbejdet denne guide til HYDRAULIK RENHED, som hjælp til at give en bedre indsigt i hvilke parametre der er vigtige ifm. renhed i olien og korrekt valg af filtre.

BITVA er en del af Dansk Erhverv.

**DANSK
ERHVERV**

Indholdsfortegnelse

Forord	3
Guide til hydraulik renhed	5
Hvor kommer forureningskilderne fra?	7
Anbefalinger til hydraulik renhed	8
Oliefiltrering	9
Filter definitioner	11
Olierenhed og levetid	12
Konklusion - oliefiltrering og vedligehold	13
<i>Hydraulisk spil på fiskerbåd</i>	<i>14</i>
<i>Hydraulisk styrevæske på turbinereguleringssystem</i>	<i>14</i>
Medlemmer i faggruppen	15

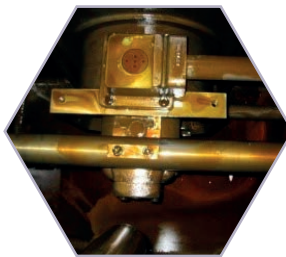
Guide til hydraulik renhed

Kravene til produktionsoptimering øges konstant og dermed krav til præcision, hurtighed, pålidelighed, længere levetid samt lavere forbrug. Højere flow og tryk er en af vejene for at opnå dette.

Samtidig optimeres design og konstruktion for at opnå lave produktionsomkostninger, lettere produkter m.v. Også dette stresser komponenter og olie, så renhed og vedligehold har aldrig været vigtigere.



Figur 1, Hydraulisk kran



Figur 2, Oxidationsrester på hydraulik

Formålet med at holde olien ren i et hydrauliksystem er primært at sikre optimal beskyttelse af maskinkomponenter så pålidelig funktion opnås, da følgeomkostninger ved nedbrud og produktionsstop ofte er meget høje. F.eks. kan en dårligt fungerende servoventil resultere i driftstop af et produktionsanlæg.

Sekundært mål er at opnå lavere driftsomkostninger ved at systemkomponenter og olien selv får længere levetid. Hermed sikres forbedret økonomisk drift i forhold til systemets produktionsmæssige ydelse.

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 μm . Partiklerne i 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.



Særligt partikler i silt størrelse ($2-7 \mu\text{m}$) er problematiske, da de kan klemme sig ind i spillerummet mellem f.eks. ventiltilhus og glider i en servomotor eller mellem stempel og cylindervæg i en stempelpumpe. Dette forårsager rivninger, såkaldt abrasivt slid, som kan give uventet store slidrater.

Figur 3. Hvad er mikron for en størrelse?

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.

Derfor er det yderst vigtigt at specificere rene komponenter, samt at flushe systemet efter samling.

Partikler kommer også ”medleveret” i olien, da 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.

Luftbårne partikler i form af støv fra omgivelserne trænger ind gennem akseltætninger, skraberinge, læberingspakning m.v. samt via åndingsluften til olietanken. Læberingspakning m.v. bør derfor jævnligt tjekkes, samt åndefiltret på tanken.

Vand kan trænge ind i oliesystemet i forbindelse med utætte pakninger, kølere eller andre uheld, men i langt de fleste hydraulik systemer kommer vandet fra kondensering.

Hvis der får lov til at stå varm og fugtig luft i olietanken vil vanddampen kondensere når olien køles ned under driftsstop. Det anbefales derfor at montere et åndefilter med vandabsorberende effekt f.eks. silica-gel filter.

Oxidationsrester, som skabes i forbindelse med nedbrydning af olien, er et udbredt problem. De er forløbere for aflejring kaldet fernis/harpiks på komponenter, der kan forårsage driftsstop og ”mandag morgen” problemer. Harpiksproblemer ses oftest på følsomme kontrolsystemer med små tolerancer, så som servo- og proportional ventiler, men kan også blokere kølere og trykfiltere.

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

Anbefalinger til hydraulik renhed

Studier viser at op mod 80% af olierelaterede nedbrud i hydrauliksystemer skyldes uren olie [Noria Cooperation]. Derudover vil partikler reducere virkningsgraden for pumper med op til 20% - mens du stadig betaler for fuld effekt og elforbrug. Nedenstående tabel viser eksempler på anbefalet olierenhed (figur 4)

SYSTEM	PARAMETER	MÅL	VÆR PÅ VAGT	KRITISK
Højtryks hydraulik med servo-ventiler (>210 bar)	Partikel tælling (ISO 4406)	15/13/10 (for-filtreret)	17/15/12	18/16/13
Højtryks hydraulik med proportional ventiler (>210 bar)	Partikel tælling (ISO 4406)	16/14/11 (for-filtreret)	18/16/13	19/17/15
Alle hydraulik systemer	Vand i ppm (Karl Fisher)	100	200 – 300	over 300
Alle hydraulik systemer	Oxidation (FTIR eller MPC)	< 10	20	> 30

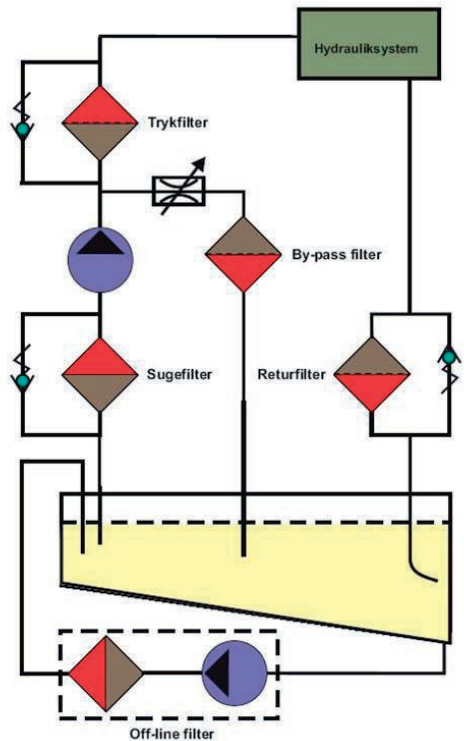
Figur 4. Anbefalet olierenhed

Hvis systemstrykket er under 210 bar kan kravet til olierenhed lempes lidt og målet for partikeltælling øges med én ISO klasse, dvs. til henholdsvis 16/14/11 og 17/15/12.

Oliefiltrering

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

Trykfiltre som monteres "inline" anbefales på alle oliesystemer, 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 trykfald og oliemængder (flow). 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 filteret kan under pulserende tryk og flow løsnes og dermed frigives til olien igen. At tilbageholde fine partikler er derfor yderst vanskeligt, hvorfor de fleste trykfiltre er af 10 μm – 30 μm finhed. De har dog en vigtig sikkerhedsmæssig funktion i alle oliesystemer.



Figur 5: Schematisk tegning af oliefiltre på system

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 trykpulsationer, dog ofte 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 µm) med god snavskapacitet samt mulighed for vandfjernelse.

Alle de ovenfor beskrevne filtreringsteknikker lider dog under at de kun filtrerer 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 ønsket olierenhed på ISO 16/14/11.

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 det kan kontinuerlig vandudskillelse, ved hjælp af coalescering, centrifugering eller vakuumteknik, også monteres offline. Da offline filterkredsen arbejder uafhængigt af det egentlige hydrauliksystem 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 sikre 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 β_x hvor "x" repræsenterer partikelstørrelsen i mikron og β (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 en standardiseret Multipass teststand, 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. Multipass testen kan desuden ikke anvendes på dybdefiltre, da den giver et forkert billede af effektiviteten.

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 med en ringere snavskapacitet, viser sig ofte at være væsentligt dyrere i drift end et produkt med en større snavskapacitet.

Olierenhed og levetid

Olierenheden spiller en stor rolle for oliens og maskin-komponenters levetid.

Maskinlevetiden kan forlænges mærkbart ved at reducere antallet af partikler – specielt dem i spillerumsstørrelse. F.eks. kan levetiden for en hovedpumpe i et hydraulisksystem typisk forlænges tre gange fra 15.000 til 45.000 driftstimer, blot ved at renholde olien med et 3 μm offline filter. Olielevetiden er også stærkt påvirket af 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 hydrauliksystemer som har været i drift i 15-20 år uden at olien trænger til udskiftning f.eks. på hydrauliske presser og plaststøbemaskiner.

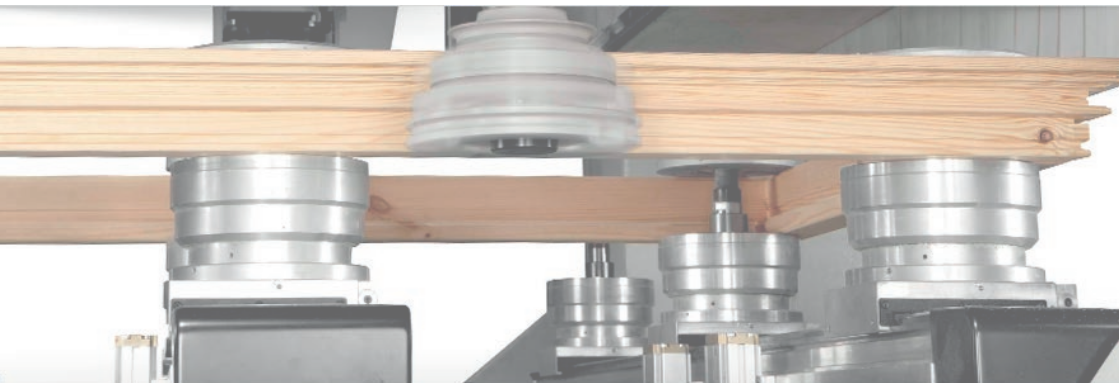


Konklusion - oliefiltrering og vedligehold

”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, omhu ved samling, flushing før opstart, emballering, opbevaring af olien, påfyldning af olie via et filter, konstant affugtning, åndeluftsfiltrering, temperaturstyring samt løbende olieanalyser.

Alt 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, hastighed, pålidelighed m.v.) er brugerne nødt 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 anbefales

Oliefiltre med lille porestørrelse (mindre end 10 μm) kan med fordel installeres offline og på stort set alle hydrauliksystemer hvor optimal olierenhed ønskes og hvor omkostningerne forbundet med uren olie er høje. Her følger 2 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.

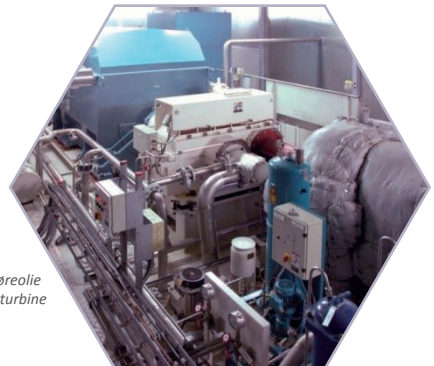
Hydraulisk styrevæske på turbine-reguleringssystem (gas eller damp turbine)

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 fosfat-ester baseret styrevæske, da den er brandhæmmende. Desværre nedbrydes fosfatester til syre ved kontakt med vand

Problem: Det forøgede syretal resulterer i korte olieskiftintervaller 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.



Figur 6. Offline filter sørger for ren smørelolie og styrevæske på damp turbine

Medlemmer i faggruppen



ENGINEERING
TOMORROW



FRITZ SCHUR TEKNIK



i



Børsen, 1217 København K

Telefon	3374 6112
Mobil	2024 0529
Fax	3374 6080
E-mail	info@bitva.dk