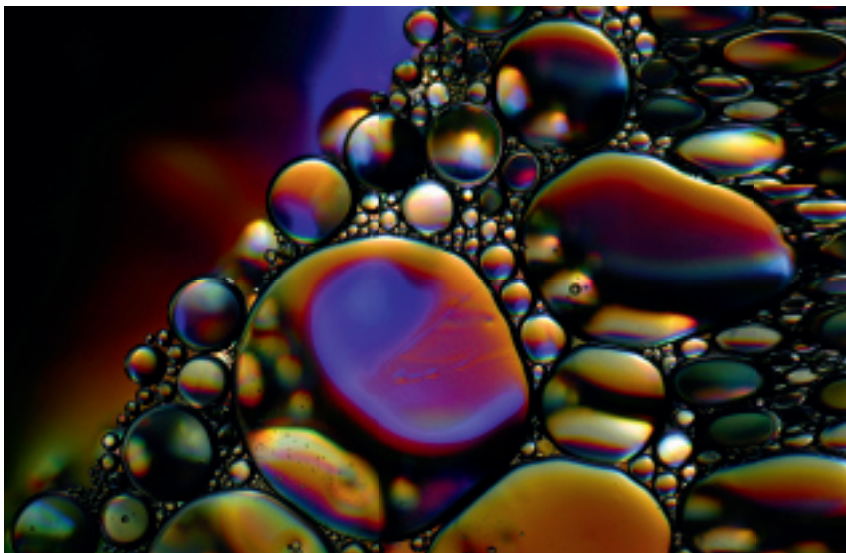


## Oljefukthaltsbestämning med vattenaktivitetsmätning ( $a_w$ )



*Det kan finnas en viss mängd löst vatten i alla vätskor. Den maximala mängden löst vatten som en vätska kan innehålla benämns vätskans mättnadspunkt. När mättnadspunkten är uppnådd kommer ytterligare tillfört vatten att avskiljas till ett separat skikt fritt vatten. Då de flesta oljor har en lägre täthet än vatten kommer detta vattenskikt vanligen att lägga sig under oljan.*

Mättnadspunkten för en olja är en funktion av många olika faktorer såsom typ av olja (mineralbaserad eller syntetisk) samt tillförda tillsats i oljan. Förutom skillnader i sammansättning påverkas en oljas mättnadspunkt också av hur lång tid den har använts som arbetsmedium. Två viktiga faktorer som påverkar en oljas mättnadspunkt över tid är temperaturväxlingar och de ändringar i oljans kemiska sammansättning som biprodukter från kemiska reaktioner i ett dynamiskt oljesystem ger upphov till.

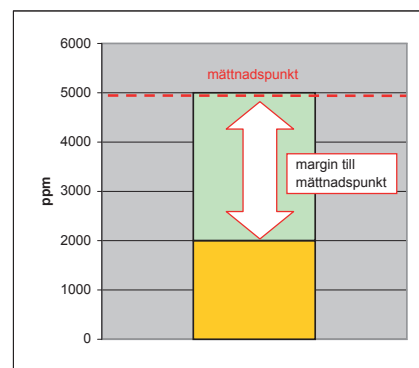
Den traditionella enheten för mätning av vattenhalt i olja är ppm (parts per million, miljondelar). Vad går ppm-mätning ut på? Ppm är definitionsmässigt en parameter för absolut fukttinhåll som beskriver proportionen mellan vattnets och oljans volym eller massa:

Volymkoncentration:  $1 \text{ ppm}_{(\text{volym})} \text{ vatten} = 1 \text{ ml vatten per } 1 \text{ m}^3 \text{ olja}$   
ELLER

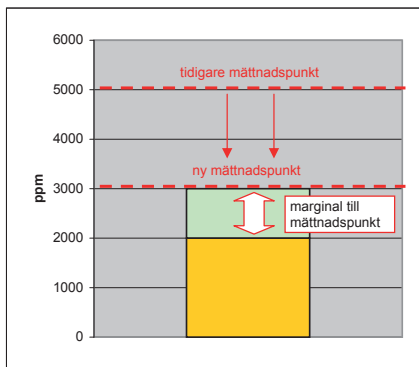
Massakoncentration:  $1 \text{ ppm}_{(\text{massa})} \text{ vatten} = 1 \text{ g vatten per } 1000 \text{ kg olja}$

Den absoluta mängden vatten i en olja kan fastställas med aktiv mätning av ppm-nivåerna för vatten. Ppm-mätning har dock en stor begränsning – den tar inte hänsyn till några mättnadspunktsväxlingar i oljan. Ppm-mätning i ett dynamiskt oljesystem där mättnadspunkten varierar ger med andra ord ingen indikation på hur nära oljans mättnadspunkt fukthalten är. Frågan blir än mer kritisk när vattenhalten närmar sig oljans mättnadspunkt. Då finns det risk för att vattenhalten överskrider mättnadspunkten och att det bildas vatten i fri form. Fritt vatten är en destruktiv förorening i praktiskt taget alla oljesystem.

För att åskådliggöra detta kan vi se vad som händer när oljetemperaturen sjunker med 40 °C (104°F).



*Växellådsolja  
Temperatur: 70 °C  
Mättnadspunkt: 5000 ppm  
Faktisk mängd vatten i oljan: 2000 ppm  
 $a_w$ : ~0,40*



Växellådsolja  
 Temperatur: 30 °C  
 Mättnadspunkt: 3000 ppm  
 Faktisk mängd vatten i oljan: 2000 ppm  
 $a_w \sim 0,67$

Bilden till vänster visar att oljans mättnadspunkt är 5000 ppm vid 70°C och att vattenhalten är 2000 ppm. Detta betyder att vattenhalten kan öka ytterligare med 3000 ppm innan oljan blir mättad. Ibland betecknas detta som "marginalen" till oljans mättnadspunkt.

När temperaturen sjunker till 30°C sänks oljans mättnadspunkt till 3000 ppm. Observera att mängden vatten i oljan inte har förändrats och att vattenhalten fortfarande ligger på 2000 ppm. Däremot har marginalen till mättnadspunkten minskat till 1000 ppm.

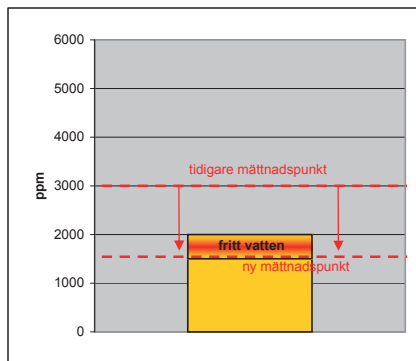
En mätoperatör som endast mäter ppm skulle inte se någon förändring av mängden vatten (2000 ppm) trots att mättnadspunkten nu är dramatiskt lägre och ligger mycket närmare vatteninnehållet, vilket ökar risken för bildning av fritt vatten.

Vad skulle hända om mättnadspunkten på grund av oljans

åldrande sjunker ytterligare till 1500 ppm efter ett år?

Här har marginalen till mättnadspunkten försvunnit eftersom vattenhalten nu är högre än mättnadspunkten. En mätoperatör skulle även nu avläsa ett fukttinnehåll på 2000 ppm trots att mättnadspunkten har sjunkit till 1500 ppm och att det har bildats **500 ppm fritt vatten**.

Detta problem kan man undvika genom att i stället för ppm mäta vattenaktivitet.



Tidigare mättnadspunkt  
 Fritt vatten  
 Ny mättnadspunkt

## Vad är vattenaktivitet ( $a_w$ )?

Vattenaktivitet är förhållandet mellan mängden vatten i en substans och den maximala mängden vatten som denna substans kan innehålla. Definitionen av vattenaktivitet för ett material är:

$$a_w = p / p_0$$

där

$p$  = vattenångans partialtryck över materialet, och

$p_0$  = ångtrycket över rent vatten vid samma temperatur.

I exemplet ovan ändras  $a_w$  som funktion av mättnadspunkten (nämnaren  $p_0$ ).  $A_w$  ändras också som funktion av oljans faktiska vattenhalt, dvs. det vatten som upptas i eller avges från oljan.  $A_w$  ger med andra ord alltid en sann indikation på marginalen till mättnadspunkt.

Det är visserligen möjligt att härleda en korrelation mellan  $a_w$  och ppm för alla typer av oljor, men i ett dynamiskt oljesystem (t.ex. smörjolja) skulle dess giltighet avta i takt med att oljan åldras. Som tidigare nämnts ändras en vätskas sammansättning till följd av kemiska reaktioner i vätskan. Detta påverkar inte endast vätskans mättnadspunkt utan också dess samband med  $a_w$ . Detta fenomen åskådliggörs i diagrammet nedan.

Diagrammet som bygger på testdata för marin motorolja jämför skillnaden mellan ny och använd olja. På grund av den fortlöpande förändringen i relationen mellan  $a_w$  och ppm, som åldrandet orsakar, är det svårt att vidmakthålla en giltig korrelation mellan dessa över en oljas hela livslängd.

Det finns många olika metoder för mätning av fukt i olja på marknaden idag. Den senaste inline-tekniken för mätning av vattenaktivitet använder en på absorptionsprincipen baserad sensor av kapacitiv typ.

Sensorn är en kondensator som består av en övre och en undre elektrod med dielektriskt isoleringsmaterial mellan elektroderna. Det dielektriska materialet absorberar och desorberar vattenmolekyler, vilket leder till att den dielektriska konstanten och därigenom sensorns kapacitans ändras. Absorptionen av vatten är proportionell mot vätskans vattenaktivitet. Fördelarna med denna teknik är möjlighet till direkt inline-installation, mycket snabb svarstid och god kemisk tålighet som gör den lämplig för mätning i ett stort antal olika vätskor.

Denna in line-teknik kan med fördel användas i stora olje- eller hydrauliska system exempelvis smörjsystem för pappersmaskiner och turbiner samt av tillverkare av oljeåtervinningssystem. Många produktionsanläggningar använder idag något prediktivt

underhållsprogram som förebygger maskinstopp och ökar maskinparkens livslängd. Vid sådana program är kontinuerlig inline-fuktmätning en väsentlig del av vätskehanteringsplanen.

Ppm är således den traditionella måttenheten för vätskors fukthalt, men mätning av vattenaktivitet  $a_w$  kan ge en mer komplett bild av tillståndet i en vätska:

1. Oavsett vätskans mätnadspunkt ger  $a_w$ -mätning alltid en sann indikation av risken för att det bildas vatten i fri form.

2. När mätnadspunkten höjs eller sänks av vilken som helst anledning (t.ex. temperatur, åldrande, ändringar i vätskans fysikaliska egenskaper) anger  $a_w$  exakt marginal till den nya mätnadspunkten.

3.  $a_w$  är oberoende av vilken vätska som mäts.  $a_w$  är tillämpbar på alla vätskor och fasta ämnen och kan således användas för mätning i alla typer av substanser oberoende av deras kemiska sammansättning eller fysikaliska egenskaper.

SHELL ARGINA X40

