



# Öljyjen lakkautuminen kuriin

Öljyjen lakkautumisen taustalla on öljyn kemialliset muutokset, joita aiheuttavat lämpö, vesi, likapartikkelit ja ympäristöstä öljyyn liukeneva ilma. Lakkautuminen voi ilmetä hydraulii- tai voitelujärjestelmässä monella eri tavalla.

**Ö**ljyjen lakkautumisen oireet voivat olla epämääräisiä, joten juurisyytä ei aina tunnisteta ja suoritettavat korjaustoimenpiteet ovat tehottomia. Lakkautuminen ei ole mikään uusi ilmiö, mutta silti se saattaa tulla yllätyksenä, kun järjestelmän vikaantumisen syytä aletaan tutkia.

Öljyn lakkautumista tapahtuu kaikilla öljyillä, mutta eri öljytyyppien välillä on kuitenkin huomattavia eroja sen suhteen, miten lakkautumistuotteet liukenevat takaisin öljyyn. Perinteisillä mineraaliöljyillä liukenevuus on ollut hyvä, mutta kun vuosien saatossa on siirrytty entistä pidemmälle jalostettuihin öljylaatuihin,

lakkautumisen liukenevuus on samalla heikentynyt. Taulukossa 1 on esitetty eri öljyjen ominaisuuksia.

Uudemmat hydraulii- ja voiteluöljyt ovat tasalaatuisempia ja niiden ominaisuudet ovat kehittyneet huomasti. Kaikilta osin kehitys ei ole kuitenkaan mennyt myönteiseen suuntaan, sillä lakkautumisen liukenevuuden ohella myös esimerkiksi sähköjohtavuus on heikentynyt, joten järjestelmässä saattaa esiintyä sähköstaattisia purkauksia.

Tämäkin on yksi ilmiö öljyjen lakkautumisen taustalla. Kipinöinti katkoo öljyn molekyylirakenteen ja saa aikaan vapaita radikaaleja. Nämä polymeeroituvat pitkiin

ketjuihin, jonka seurauksena aiheutuu öljyn lakkautumista.

## Lakkautumisen seuraukset

Lakkautuminen voi esiintyä järjestelmässä monella tapaa. Ääritapauksissa se voi olla joko vaaleaa, geelimäistä ja pehmeää tai sitten hartsimaista, kiinteää ja kovaa. Sitä kertyy esimerkiksi venttiilien luistien pinnalle, säiliöihin ja jäähdyttimiin.

Lakkautumistuotteet eivät ole öljyä painavampia, joten ne eivät välttämättä kerääny vain säiliön pohjalle vaan myös säiliön seinämiin. Öljyjen lakkautumiselle on tyypillistä se, että erityisesti viileät pinnat keräävät sitä lähes magneetin lailla.

Järjestelmän normaalin käytön aikana vaaravyöhykkeessä ovat etenkin jäädyttimet. Niissä virtauskanavien seinämät ovat viileät ja lisäksi kanavat ovat melko pieniä, joten pinnoille kertyvät lakkautumistuotteet heikentävät öljyn virtausta osittain tai jopa täysin. Jäädytystehon huonontuessa järjestelmän lämpötila nousee, mikä entisestään nopeuttaa lakkautumisen etenemistä.

Lakkautuminen voi aiheuttaa haasteita myös muissa komponenteissa. Ohjauksen ja säätöventtiilien pienet välykset ja virtauskanavat tukkeutua helposti, joten venttiilien toiminnassa voi esiintyä epätarkkuutta tai venttiili voi jumittua kokonaan johonkin asentoon.

Laakereissa lakkautuminen voi ohentaa voitelukalvon paksuutta, mikä lisää kitkaa ja kulumista. Lakkautuminen voi ilmetä myös siten, että suodatinelementit alkavat tukkeutua normaalia nopeammin.

Perinteiset suodattimet on suunniteltu suodattamaan erillisiä irtonaisia pienhiukkasia, joten kun geelimäistä epäpuhtautta tulee öljyn mukana suodattimeen, se jää suodatinelementin pintaan estäen öljyn normaalin virtauksen ja paine-ero suodattimen yli kasvaa nopeasti.

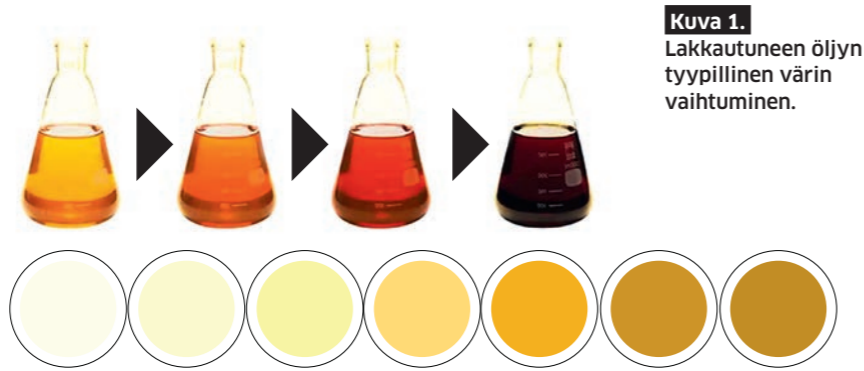
Lakkautuminen ei tule aina esiin normaalin käytön aikana vaan vasta sitten kun tulee pidempi huoltoseisokki. Öljy ehtii jäähtyä huollon aikana ja lakkautumisen liukenevuus heikkenee samalla.

Järjestelmän uudelleenikäynnistyksen jälkeen laitteet eivät toimikaan siten kuin pitäisi vaikka järjestelmä on juuri huollettu. Tämä voi yllättää, ellei lakkautuminen ole ennestään tuttu ilmiö eikä siihen ole varauduttu etukäteen.

### Ennakoiva lakkautumisen tunnistaminen

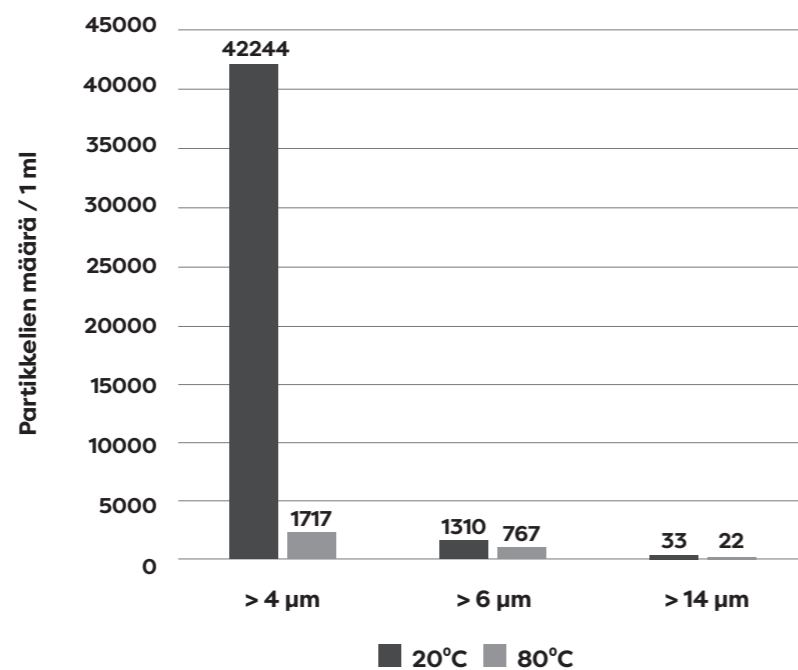
Järjestelmän öljyn lakkautuminen tunnistetaan joskus vasta sen aiheuttamien ongelmien myötä, mutta on myös vaihtoehto. Lakkautuminen ei tapahdu hetkessä, joten perinteisillä laboratorioissa tehtävillä pullonäytteiden analysoinnilla lakkautumisen voi havaita ennen kuin se pääsee aiheuttamaan suurempia ongelmia.

Yksi yleisesti käytetty menetelmä on esimerkiksi MPC (Membrane Patch Colorimetry). Öljynäyte suodatetaan 0,45 mikrometrin suodatinkalvon läpi ja kalvon väri analysoidaan tämän jälkeen. Menetelmä ei pysty osoittamaan lakkautumista sadan prosentin varmuudella, mutta se antaa kuitenkin viitteitä mahdoll-



**Kuva 1.** Lakkautuneen öljyn tyypillinen värin vaihtuminen.

### Lakkautuneen öljyn partikkelien määrä eri lämpötiloissa



**Kuva 2.** Öljynäytteen puhtausluokka (ISO 4406) on kylmänä 23/18/12 kun taas lämpimänä se on 18/15/12.



*Lakkautuminen voi nostaa järjestelmän energiankulutusta ja aiheuttaa yllättäviä tuotantokatkoja.*

lisesta lakkautumisesta, jos väri on muuttunut merkittävästi suhteessa uuden öljyn väriin. (Kuva 1)

Lakkautumista voi tutkia laboratoriossa myös tekemällä partikkelilaskennan ISO 4406 mukaan kahdessa eri lämpötilassa.

Huoneen lämpötilassa lakkautumisen liukenevuus heikentyy selvästi, joten pienien, alle neljän mikrometrin partikkelien määrä saattaa kasvaa dramaattisesti suhteessa mittaukseen, joka on tehty lämpimällä öljyllä kuvan 2 mukaisesti.

Tämä mittaus kuvastaa hyvin myös normaalia käytännön tilannetta, jossa tehdään online-kunnonvalvontamittauksia partikkelilaskuria hyödyntämällä. Normaali öljyn käyttölämpötilassa partikkelilaskurin lukemat eivät välttämättä osoita mitään poikkeavaa, vaikka järjestelmässä olisikin lakkautumisongelma.

Lakkautuminen aiheutuu öljyn kemiallisista muutoksista, jotka taas muuttavat öljyn sähköisiä ominaisuuksia, kuten

**Taulukko 1.** Eri öljytyyppien lakkautumisominaisuuksia.

	API-ryhmä			
	I	II	III	IV
<b>Öljytyyppi</b>	Mineraaliöljy	Vetykäsittely mineraaliöljy	Synteettinen öljy	PAO (Polyalfaalefiini)
<b>Tyydyttyneiden hiilivetyjen määrä</b>	< 90%	> 90%	> 90%	100%
<b>Lakkautumisen liukenevuus</b>	koerkea	keskitasoinen	heikko	heikko
<b>Sähkönjohtavuus</b>	hyvä	huono	huono	ei johtava

sähkönjohtavuutta ja dielektrisyyttä. Näitä voidaan mitata kunnonvalvontantureilla, mutta online-mittauksissa on kuitenkin huomattavia epävarmuuksia.

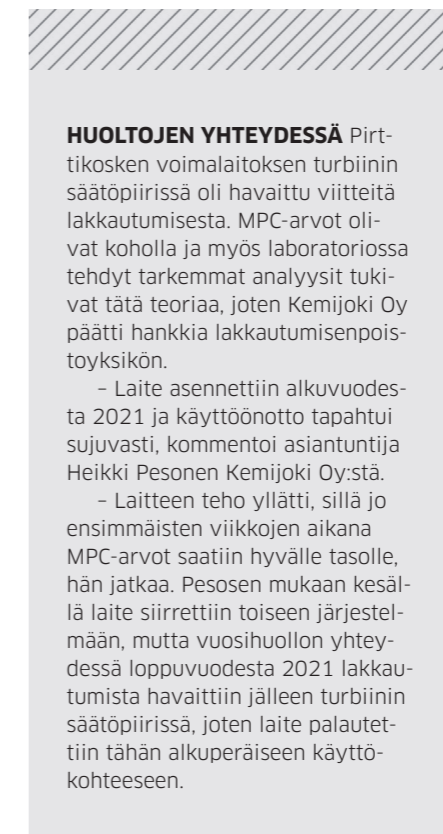
Lämpötila on yksi merkittävä tekijä, joka vaikuttaa öljyn sähköisiin ominaisuuksiin, mutta sen vaikutus voidaan kompensoida. Suurempi ongelma on se, että öljyjen kemiallinen koostumus vaihtelee öljytyyppien, öljymerkkien ja jopa valmistuserien välillä.

Anturin keräämälle datalle ei siis voi asettaa yleisiä ja yksiselitteisiä raja-arvoja, joiden pohjalta voi tehdä päätelmiä lakkautumisesta. Oleellisempaa on osata kiinnittää huomiota mitattujen arvojen suhteellisiin muutoksiin ja lisäksi hyödyntää rinnalla laboratorioanalyysijä.

### Lakkautumisongelman poistaminen

Lakkautuminen voi nostaa järjestelmän energiankulutusta ja aiheuttaa yllättäviä tuotantokatkoja, ylimääräisiä komponentti- ja huoltokustannuksia sekä ennen aikaisia öljynvaihtoja. Mikään näistä ei ole kestävä kehityksen tavoitteiden mukaista ja lisäksi ne aiheuttavat merkittäviä suoria sekä välillisiä kustannuksia. Lakkautumisen poistamiseen ja ennen kaikkea sen ennaltaehkäisemiseen kannattaa siis panostaa.

Jos lakkautumista jo esiintyy järjestelmässä, pitää lakkautumistuotteet pyrkiä poistamaan mahdollisimman tehokkaasti öljystä. Yksi käytössä olevista menetelmistä perustuu siihen, että ensin lakkautumisen liukenevuutta heikennetään ja sen jälkeen öljy syväsuodatetaan.



**HUOLTOJEN YHTEYDESSÄ** Pirttikosken voimalaitoksen turbiinin säätöpiirissä oli havaittu viitteitä lakkautumisesta. MPC-arvot olivat koholla ja myös laboratorioissa tehdyt tarkemmat analyysit tukivat tätä teoriaa, joten Kemijoki Oy päätti hankkia lakkautumisenpoistoyksikön.

- Laite asennettiin alkuvuodesta 2021 ja käyttöönotto tapahtui sujuvasti, kommentoi asiantuntija Heikki Pesonen Kemijoki Oy:stä.  
- Laitteen teho yllätti, sillä jo ensimmäisten viikkojen aikana MPC-arvot saatiin hyvälle tasolle, hän jatkaa. Pesosen mukaan kesällä laite siirrettiin toiseen järjestelmään, mutta vuosihuollon yhteydessä loppuvuodesta 2021 lakkautumista havaittiin jälleen turbiinin säätöpiirissä, joten laite palautettiin tähän alkuperäiseen käyttökohteeseen.

Tätä menetelmää hyödyntää HYDAC VEU-F, joka sijoitetaan järjestelmässä erilliseen sivukierto. Mallin koosta riippuen se käsittelee öljyä 1–20 l/min ja se pystyy poistamaan kiinteitä ja geelimäisiä epäpuhtauksia.

Lakkautumisenpoistoyksikön voi asentaa osaksi uutta järjestelmää, mutta usein niitä käytetään myös vanhoissa järjestelmissä määräaikaista esimerkiksi

juuri ennen isoa huoltoa. Näin yksikkö ole sidottu vain yhden hydraulii- tai voitelujärjestelmän käyttöön.

### Lakkautumisen ehkäisy

Lakkautumistuotteiden poistamiseen öljystä on olemassa menetelmät. Tavoitteeksi kannattaa kuitenkin ottaa se, ettei ilmiötä pääse edes syntymään tai vähintäänkin sen etenemistä pitää pyrkiä hidastamaan. Lakkautumisen taustatekijänä on öljyn vanheneminen, mihin taas vaikuttavat nestemäiset, kiinteät ja kaasumaiset epäpuhtaudet.

Jos epäpuhtauksien pääsy öljyyn voidaan rajoittaa, samalla hidastetaan myös öljyn vanhenemistä ja lakkautumista. Vesi on yksi kriittisistä tekijöistä vanhenemisessä. Paluu- ja sivukierto-suodattimiin on mahdollista asentaa vapaata vettä keräävät suodatinelementit.

Jos halutaan poistaa myös öljyyn sitoutunutta vettä, tarvitaan alipaineeseen perustuva menetelmä. Tällainen on esimerkiksi HYDAC FAM, joka poistaa niin sitoutunutta kuin vapaata vettä öljystä.

Sähköstaattiset purkaukset voivat aiheuttaa lakkautumista, joten myös niiden esiintyminen tulee saada estettyä. Yksi ratkaisu on käyttää paluusuodattimena siihen erikseen suunniteltua suodatinta, joka poistaa varauksia öljystä ja estää kipinöinnin tapahtumisen.

Tämä hidastaa öljyn vanhenemistä, mutta samalla voidaan välttää kipinöinnin aiheuttamilta reiltilä suodatinelementissä. Lisäksi riskit leimahduksille säiliössä sekä elektronisten komponenttien vikaantumiseen pienenevät. **PM**