

# Öljynäytteiden hiukkaslaskenta mekaanisessa kunnonvalvonnassa ja koneenrakennuksen puhtausvalvonnassa

**Esko Niiranen**

Aluejohtaja

Pamas GmbH

Suomen toimisto

[esko.niiranen@pamas.fi](mailto:esko.niiranen@pamas.fi)

[www.pamas.fi](http://www.pamas.fi)



Öljynäytteiden puhtausanalyysin alkuperäinen tarkoitus on usein koneiden mekaaninen kunnonvalvonta tai koneenrakennuksen osien puhtausvalvonta. Öljyanalyysin tulokset ilmoitetaan tavallisesti ISO 4406 –puhtausluokituksen mukaisesti. Analyysituloksia tarkastellessa on havaittu, että pelkkien ISO 4406 -puhtausluokkien seuranta on usein epäherkkä menetelmä paljastamaan alkanut kulumisvaurio riittävän aikaisin. Pelkän ISO 4406 –puhtausluokan mittaus voi antaa pahimmassa tapauksessa jopa väärän kuvan mekaniikan kunnosta.



KUVA 1: PAMAS S40 hiukkaslaskin mittaa hiukkasmäärät kahdeksalla kokoluokalla

## Hiukkaskokoerotelu paljastaa kulumisvaurion herkemmin kuin pelkkä ISO 4406 -puhtausluokitus

ISO 4406 -puhtausluokkien lisäksi öljynäytteiden puhtautta kannattaa tarkastella hiukkasmäärien perusteella usealla eri kokoluokalla laajalta kokoluokalta, eli ns. hiukkaskokoerotelun mukaisesti.

## Öljyn hiukkasmäärien mittaustiheys

Mekaanisessa kunnonvalvonnassa öljynäytteiden hiukkaslaskentatiheys määräytyy sen mukaan, kuinka kriittinen valvottu järjestelmä on tuotannon kannalta, sekä kuinka nopeasti mahdollinen vaurio etenee. *Kerran vuodessa tapahtuva öljynäytteen hiukkaslaskenta ei riitä tuottamaan tarvittavaa tulosta.* Öljynäytteiden hiukkaslaskennan sopiva mittaustahti on yleensä *kerran kuukaudessa*. Silloin alkava vaurio havaitaan hyvissä ajoin, ja tarvittavat lisätoimenpiteet vian paikallistamiseksi ja korjaustoimenpiteiden suorittamiseksi ehditään tehdä suunnitellusti, jotta lopputuloksena on minimaalinen tuotannon keskeytys. Kriittiset kohteet kannattaa varustaa *jatkuvasti mittaavalla online-hiukkaslaskentalaitteella* (kuva 2).

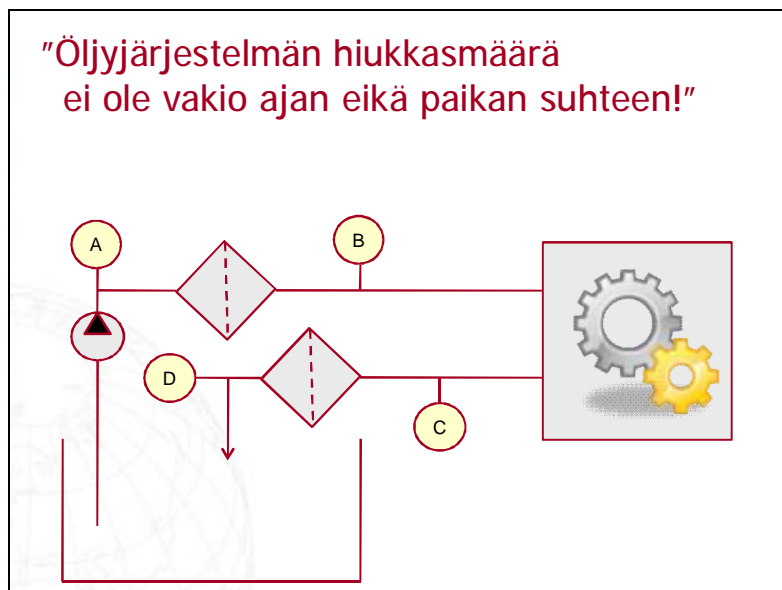


KUVA 2: Online-hiukkaslaskin mittaa öljyjärjestelmän hiukkasmääriä jatkuvasti

## Oikea näytteenottoaika

Näytteenottoaikkaa valittaessa on syytä muistaa, että öljyjärjestelmän hiukasmäärä ei ole vakio ajan eikä paikan suhteen. Valitettavan usein hiukkaslaskentaan tarkoitettu öljynäyte otetaan sieltä mistä sen helposti sattuu saamaan pulloon tai suoraan hiukkaslaskimeen. Saatu näyte on useimmiten sopiva öljyn kuntoa tarkasteleviin kemiallisiin analyyseihin tai vesipitoisuuden mittaukseen, mutta kyseisen näytteen hiukkaslaskentatulokset eivät välttämättä kerro vastausta tutkittuun ongelmaan - riippumatta siitä mitataanko näyte pullosta tai suoraan järjestelmästä.

Hiukkaslaskennan näytteenottoaikka valitaan sen mukaan mitä tietoa mittaustuloksella haetaan. Kuvan 3 öljyjärjestelmän kaaviokuvan näytteenottopisteet A – D antavat toisistaan poikkeavat hiukasmäärätulokset. Näytteenottopisteestä A saadaan säiliöstä tuleva öljy ja samalla se kertoo *pumpun kunnan*. Näytteenottopiste B kertoo *pääsuodatimen kunnan*, eli kuinka puhdasta öljyä järjestelmään syötetään. Näytteenottopiste C öljy sisältää mahdolliset koneikkoon päässeet *ulkoiset epäpuhtaudet* sekä *kulumispartikkelit*. Mekaniikan kunnonvalvonnan ja hiukkaslaskennan kannalta tämä on hyvä öljynäytteen mittauspiste. Näytteenottopiste D paljastaa *paluusuodattimen kunnan*. Sieltä ei kuitenkaan enää saada tietoa mekaanisen järjestelmän kulumishiukkasista.



KUVA 3: Öljyjärjestelmän eri kohdissa on erilainen hiukasmäärä

## Mitä ISO 4406 -puhtausluokitus kertoo

Nykyisin käytössä oleva ISO 4406:1999 -puhtausluokitus ilmoittaa öljyn puhtauden kolmella numerolla, esim. 15/13/10. Puhtausluokitus perustuu kumulatiivisiin hiukasmääriin kokoluokissa  $\geq 4\mu\text{m}(c)$  /  $\geq 6\mu\text{m}(c)$  /  $\geq 14\mu\text{m}(c)$ .

Taulukossa 1 on esitetty hiukkasmäärien ja ISO 4406:1999 -puhtausluokkien välinen suhde. Hiukkasmääristä puhuttaessa on aina tiedettävä öljynäytteen mittaustilavuus, jotta tulosten vertailu olisi mahdollista.

### Hiukkaskokoerotellun mittauksen edut

ISO 4406 -puhtausluokituksen kolmas numero ilmoittaa kaikkien  $\geq 14\mu\text{m(c)}$  hiukkasten määrää vastaavan tason. Kulumisvaurion alkuvaiheessa metalliosista lohkeilee kymmenien tai jopa yli sadan mikronin hiukkasia. Näiden suurien hiukkasten pieni määrä ”hukkuu” kaikkien yli  $14\mu\text{m(c)}$  hiukkasten kokonaismäärään eivätkä ne näin ollen aiheuta merkittävää puhtausluokan muutosta. Hiukkaskokoerotellussa lasketaan öljynäytteen hiukkasmäärät vähintään kahdeksalla kokoluokalla,  $\geq 4, \geq 6, \geq 10, \geq 14, \geq 21, \geq 25, \geq 38$  ja  $\geq 70\mu\text{m(c)}$ . Öljynäytteen suuria hiukkasia tarkastellaan omissa kokoluokissaan. Näin ne havaitaan heti ja huomataan myös suurien hiukkasten määrän lisääntyminen.

Hiukkasmäärä / 1 ml		Hiukkasmäärä / 10 ml		Hiukkasmäärä / 100 ml		ISO-4406 puhtausluokka
>	≤	>	≤	>	≤	
2.500.000		25.000.000		250 milj.		>28
1.300.000	2.500.000	13.000.000	25.000.000	130 milj.	250 milj.	28
640.000	1.300.000	6.400.000	13.000.000	64.000.000	130 milj.	27
320.000	640.000	3.200.000	6.400.000	32.000.000	64.000.000	26
160.000	320.000	1.600.000	3.200.000	16.000.000	32.000.000	25
80.000	160.000	800.000	1.600.000	8.000.000	16.000.000	24
40.000	80.000	400.000	800.000	4.000.000	8.000.000	23
20.000	40.000	200.000	400.000	2.000.000	4.000.000	22
10.000	20.000	100.000	200.000	1.000.000	2.000.000	21
5.000	10.000	50.000	100.000	500.000	1.000.000	20
2.500	5.000	25.000	50.000	250.000	500.000	19
1.300	2.500	13.000	25.000	130.000	250.000	18
640	1.300	6.400	13.000	64.000	130.000	17
320	640	3.200	6.400	32.000	64.000	16
160	320	1.600	3.200	16.000	32.000	15
80	160	800	1.600	8.000	16.000	14
40	80	400	800	4.000	8.000	13
20	40	200	400	2.000	4.000	12
10	20	100	200	1.000	2.000	11
5	10	50	100	500	1.000	10
2,5	5	25	50	250	500	9
1,3	2,5	13	25	130	250	8
0,64	1,3	6,4	13	64	130	7
0,32	0,64	3,2	6,4	32	64	6
0,16	0,32	1,6	3,2	16	32	5
0,08	0,16	0,8	1,6	8	16	4
0,04	0,08	0,4	0,8	4	8	3
0,02	0,04	0,2	0,4	2	4	2
0,01	0,02	0,1	0,2	1	2	1
0	0,01	0	0,1	0	1	0

Taulukko 1: ISO 4406:1999 puhtausluokitustaulukko

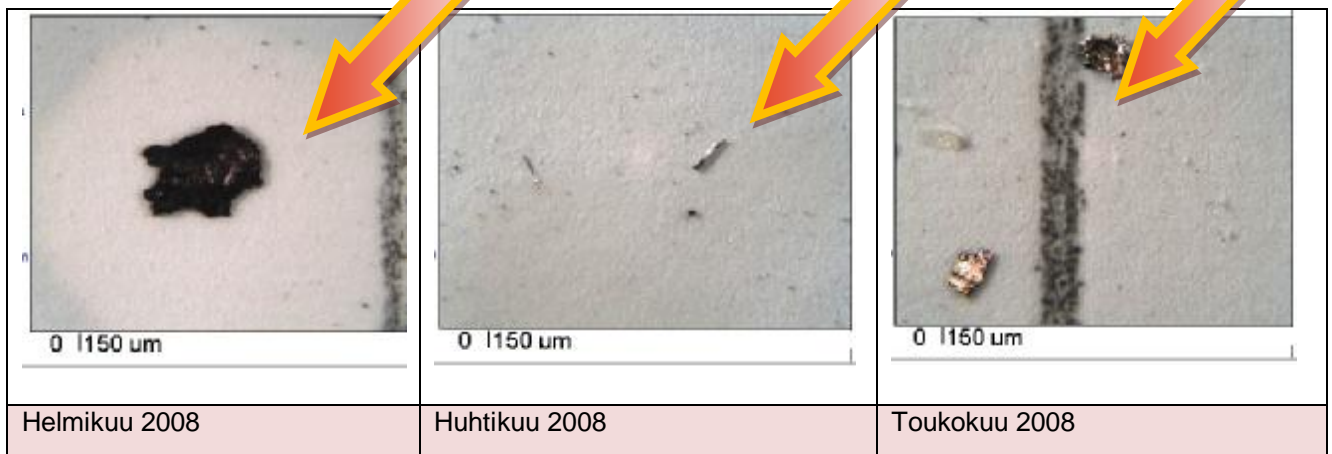
## Hiukkaslaskentatulosten tulkinta

Yksittäisen öljynäytteen hiukkaslaskentatulokset kertovat näytteenottoajankohdan mukaisen tilanteen näytteenottokohteessa. Puhtausluokan perusteella tiedetään öljyn yleinen epäpuhtausaste. Hiukkaskokoerottelun mittauksella nähdään lisäksi erikokoisten hiukkasten määrät ja erityisesti suurten hiukkasten mahdollinen esiintyminen.

Taulukossa 2 on esimerkki paperikoneen telan laakerivoiteluöljyn hiukkasmittaustuloksista laakerin kulumisvaurion alkutaipaleelta aina konerikkoon saakka. Taulukosta nähdään, että kiertovoiteluöljyn ISO 4406:1999 -puhtausluokka on pysynyt vuoden 2008 alku-kuukausina (tammikuu – maaliskuu) erinomaisella tasolla, kunnes se on hypännyt hieman huhtikuussa ja palautunut taas takaisin puhtaammaksi toukokuussa.

Hiukkaskoko	Hiukkasmäärät kokoluokittain / 100ml öljyä				
µm(c)	Tammikuu 2008	Helmikuu 2008	Maaliskuu 2008	Huhtikuu 2008	Toukokuu 2008
≥4	58550	35200	45470	176270	107010
≥6	15700	9230	9040	42980	25050
≥10	2180	2760	3330	9700	4840
≥14	740	1310	2070	4310	2090
≥21	260	360	980	1470	650
≥25	180	190	580	910	380
≥38	40	40	50	190	120
≥70	0	10	10	20	30
ISO 4406 – puhtausluokka	16 / 14 / 10	16 / 14 / 11	16 / 14 / 12	18 / 16 / 13	17 / 15 / 12

Taulukko 2



KUVA 4: Paperikoneen telan laakeria voitelevan öljyn hiukkasanalyysitulokset

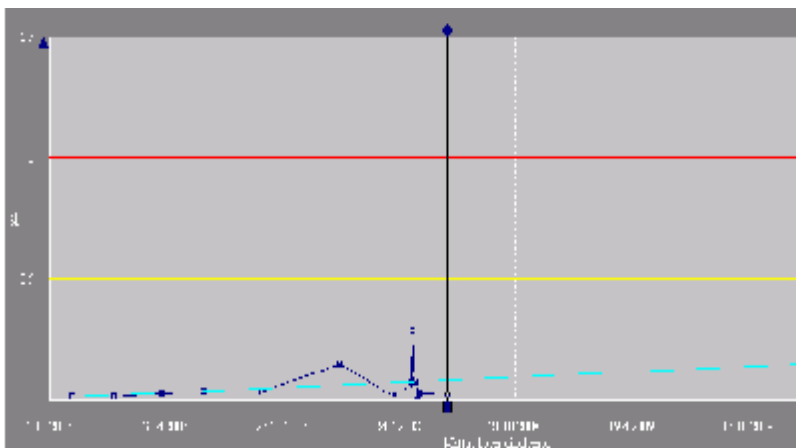
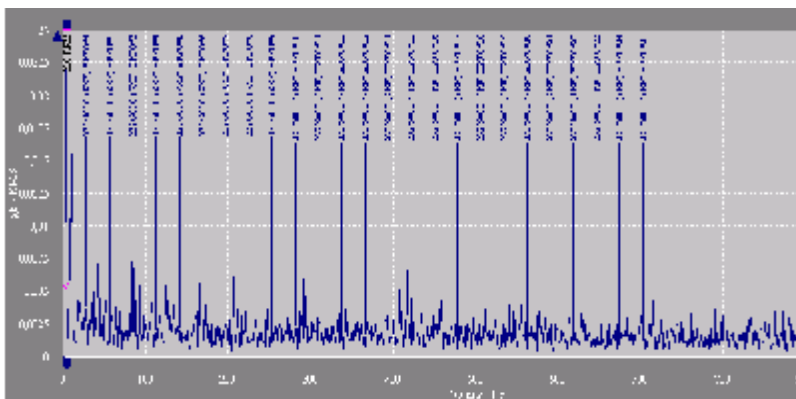
Hiukkasmääriä tarkasteltaessa nähdään tilanteen kehityksestä selkeämpi kuva. Suurikokoisten  $>21\mu\text{m(c)}$  hiukkasten määrä on kasvanut voimakkaasti tammikuusta huhtikuuhun saakka. Vaikka puhtausluokat ovat parantuneet huhtikuusta toukokuuhun, niin erittäin suurten  $>70\mu\text{m(c)}$  hiukkasten määrä on edelleen lisääntynyt laakerivaurion edetessä. Muutama viikko toukokuun näytteen jälkeen otetussa uudessa öljynäytteessä hiukkaskoko oli jo useita millimetrejä. Tämän jälkeen paperikone jouduttiin pysäyttämään telan laakerin (kuva 5) vaihtoa varten.



KUVA 5: Vaurioitunut telan laakeri

## Johtopäätökset

Riittävän tiheä, noin kuukauden välein tapahtuva öljynäytteiden otto ja hiukkaskokoerotellun mittaus kahdeksalla kokoluokalla paljastivat kulumisvaurion ja vaurion kehitystä pystyttiin seuraamaan. Lisävarmennuksena tehty öljynäytteen mikroskooppinen tarkastelu osoitti näytteessä olevan metallihiukkasia (kuva 4). Jos öljynäytteen valvonta olisi tehty perinteisen kuuden tai jopa 12 kuukauden välein pelkkiä ISO 4406 -puhtausluokkia seuraamalla, niin laakerivaurio olisi saattanut tulla yllätyksenä.



KUVA 6: Värähtelymittaustulokset paperikoneen telan laakerilta

Vaikka tässä esimerkitapauksessa värähtelymittaukset (kuva 6) eivät antaneet mittausajankohtina hälyttävän korkeita tasoja, niin mekaanisessa kunnonvalvonnassa kannattaa kuitenkin käyttää useita toisiaan tukevia mittausmenetelmiä, kuten hiukkaslaskenta, värähtelymittaus, lämpötilaseuranta, öljyn vesipitoisuusmittaus ja öljyn kemialliset analyysit. Joku näistä paljastaa häiriötilan tai piilevän vaurion.