

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2010

Denise Rosas

MOOTTORI-, VAIHTEISTO- JA VETO- PYÖRÄSTÖ-ÖLJYJEN TUTKIMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Denise Rosas

Moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen tutkiminen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli lisätä yleistä tietämystä voiteluaineista ja niiden käytöstä. Työ suoritettiin Turun Ammattikorkeakoululle.

Ajatuksena oli tarkastella moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjä niiden teoreettiselta puolelta, niitä koskevia säädöksiä ja käytäntöön liittyviä asioita sekä erilaisia markkinoilla olevia tuotteita. Ajatuksena oli tarjota mahdollisimman laaja näkökulma asiaan.

Työssä on käsitelty voiteluaineisiin liittyviä käsitteitä; moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen viskositeetti- ja laatuluokituksia, lisäaineistusta ja siihen liittyvästä säädöksestä, sekä käytännön kannalta öljynvaihtoa ja oikean öljyn valintaa.

Koska moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyt ovat nykyään vaikuttava osa autoteollisuutta, ja olennainen osa mitä tulee auton toimintaan, olisi suotavaa että jokaisen joka omistaa ja/tai käyttää autoa tulisi tietää joitakin ainakin näiden voiteluaineiden käyttöön liittyvistä perusasioista. Markkinoille tulee jatkuvasti tarjolle uusia tuotteita jotka vaikeuttavat kuluttajan ostovalintaa entisestään ellei kuluttajalla ole minkäänlaista perustietämystä asiasta.

ASIASANAT:

öljy, voiteluaineet, moottoriöljyt, vaihteistoöljyt, vetopyörästö-öljyt.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Automotive Engineering

25.5.2010 | 43

Markku Ikonen

Denise Rosas

Research of motor, transmission and differential oils

This bachelor's thesis is about adding common knowledge about lubricants and their use. The thesis was carried out for Turku University of Applied Sciences.

The idea was to examine motor, transmission and differential oils from the theoretical side, the regulations regarding them and the issues concerning the use in practice and also different products on the market. The idea was to offer a broad perspective of the matter.

The things been handled are concepts related to motor, transmission and differential oils; the viscosity and quality classifications, additives and the regulations concerning additives, and matters important in practice such as changing oils and how to choose the right kind of oil.

Due to the fact that the motor, transmission, and differential oils are an essential part of the car industry today, and an important part of the function of vehicles, it is desirable that everyone who uses and/or owns a vehicle should have at least some information regarding lubricants. New products constantly show up on the market which makes the choice of purchase even harder for the consumer, if he or she does not have any basic knowledge about the matter.

KEYWORDS:

Oils, lubricants, motor oils, transmission oils, differential oils.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 ÖLJYN SYNTY JA HYÖDYNTÄMINEN	7
3 VOITELUMEKANISMIT	8
3.1 Rajavoitelu	8
3.2 Sekavoitelu	9
3.3 Hydrodynaaminen voitelu	9
3.4 Elastohydrodynaaminen voitelu	9
4 PERUSTIETOA ÖLJYISTÄ	9
4.1 Tiheys ja ominaispaino	9
4.2 Viskositeetti eli juoksevuus	10
4.3 Viskositeetti-indeksi	11
4.4 Leimahdus- ja syttymispiste	11
4.5 Jähmepiste	12
4.6 Neutraloimisluku	12
4.6.1 Kokonaisemäsluku, TBN	12
4.6.2 Kokonaishappoluku, TAN	13
5 ÖLJYN JALOSTUS JA PERUSÖLJYT	13
5.1 VHVI- ja EVHI-öljyt	16
5.2 Synteettinen perusöljy	16
5.3 Polyalfaolefiini, PAO	18
5.4 Muut synteettiset voiteluaineet	19
6 LISÄAINEISTUS	19
6.1 Kemiallisesti inaktiiviset lisäaineet	19
6.1.1 Viskositeetti-indeksin parantajat	19
6.1.2 Jähmepisteen alentajat	20
6.1.3 Vaahoamisen estäjät	20
6.1.4 Emulgaattorit	21
6.2 Kemiallisesti aktiiviset lisäaineet	21

6.2.1	Hapettumisen estoaineet tai antioksidantit	21
6.2.2	Puhdistavat (detergentit) ja jakauttavat (dispersantit) aineet	21
6.2.3	Korroosionestoaineet	22
6.2.4	Kiinnitarttuvuuslisäaineet	22
6.2.5	Kitkanalentajat	22
6.2.6	Kulumisenestoaineet, (AW, Anti wear)	22
6.2.7	EP-lisäaineet	23
7	ÖLJYJEN LUOKITTELU	24
8	MOOTTORIÖLJYN LUOKITUKSET	25
8.1	Moottoriöljyn viskositeettiluokitukset, SAE	25
8.1.1	Yksi- ja moniasteöljyt	27
8.2	Moottoriöljyn laatuluokitukset API ja ACEA	28
8.2.1	API-luokitus	29
	API-luokitus on jaettu kahteen ryhmään:	29
8.2.2	ACEA-luokitus	31
8.3	Bensiini- vs. dieselmoottoriöljy	35
9	VAIHEISTO- JA VETOPYÖRÄSTÖ-ÖLJYJEN LUOKITUKSET	35
9.1	Viskositeettiluokitus, SAE	35
9.2	Laatuluokitus, API	36
10	OIKEAN ÖLJYN VALINTA	38
10.1	Moottori- vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyn valinta	38
10.2	Moottoriöljyn valinta moottorin käyttöiän mukaan	38
11	ÖLJYNVAIHTO	39
11.1	Miksi öljynvaihto?	39
11.2	Kuinka usein öljynvaihto tulisi suorittaa?	40
12	ÖLJYT JA POLTTOAINEENKULUTUS	41
13	ÖLJY JA YMPÄRISTÖ	41
14	YHTEENVETO	42
	LÄHTEET	43

KUVAT

Kuva 5.1. Polttoaineiden valmistus

Kuva 5.2. Voiteluaineiden valmistus

Kuva 5.3 Synteettisen perusöljyn valmistus

Kuva 6.1 EP-lisäaineiden toimintalämpötila-alueita

Kuva 7.1 Moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen luokitukset

Kuva 8.1 Moottoriöljyjen SAE-viskositeettiluokat

Kuva 8.2 MRV-laite

Kuva 8.3 W-luokkien pumpattavuus eri lämpötiloissa

Kuva 8.4 Moniasteöljy

Kuva 8.5 API-luokitus

Kuva 8.6 Vanha ACEA-luokitus

Kuva 8.7 Nykyinen ACEA-luokitus

Kuva 9.1 Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen SAE-luokitus

Kuva 9.2 Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen API-luokitus

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästä-öljyt, koska voiteluaineista ei yleisesti ottaen tiedetä riittävästi. Voiteluaineista varsinkin on olemassa paljon luuloja ja luulutietoa, ja voiteluaineiden ollessa merkittävä osa autoilua nykypäivänä halusin varmistaa uusimman ajan tasalla olevan tiedon olevan kaikille helposti käsillä.

Tein työni itsenäisesti saadakseni mahdollisimman kattavan ja mahdollisesti epäselviin asioihin vastauksen antavan.

Voiteluaineet ovat koneiden toiminnan kannalta välttämättömiä. Voiteluaineelta tarvitaan eri ominaisuuksia voitelukohteen ja käytön mukaan. Voiteluöljyjen tehtäviin kuuluvat mm. kitkan vähentäminen, kulumisen ja korroosion estäminen, lämmön ja voiman siirtäminen, tiivistäminen, haitallisten partikkelien pois siirtäminen sekä melun vaimentaminen.

Raakaöljyn on katoava luonnonvara jonka hinta nousee koko ajan. Tämä ei suinkaan ole öljyteollisuuden ainut ongelma. Ympäristön lämpenemisen estämiseksi, päästöjen vähentämiseksi ja polttoainekulutuksen vähentämiseksi pyritään kuumeisesti etsimään uusia ratkaisuja. Kuluttajankin elämä vaikeutuu: markkinoilla on nykyään monen eri valmistajan voiteluaineiden tuotesarjoja, joissa käytetään myös valmistajien omia merkintöjä. Kuluttaja tarvitsee yhä enemmän tietoa valitakseen oikeanlaisen tuotteen omiin tarpeisiinsa. Alati kiristyvät päästömääräykset vaikuttavat myös moottoriöljyjen laatuvaatimuksiin.

2 Öljyn synty ja hyödyntäminen

Raakaöljy on muodostunut useita miljoonia vuosia sitten, jolloin maapallo oli lähes kokonaan valtamerien peitossa. Merissä kasvoi runsaasti erilaisia pieneliöitä ja kasveja, joiden jäännöksistä alkoi vähitellen muodostua suuria kerrostumia saven, kalkin ja hiekan kanssa. Näistä orgaanisista aineista alkoi suuren paineen, korkean lämpötilan ja erilaisten katalyyttisten aineiden

vaikutuksesta muodostua ainetta, jota kutsumme öljyksi. (Exxon Mobil Corporation 2003, 5).

Öljyä sanotaan myös fossiiliseksi polttoaineeksi, juuri siitä syystä että se on muodostunut toisten aineiden fossiileista.

Eri öljyesiintymistä porattava raakaöljy on useimmiten ominaisuuksiltaan toisista eroavaa. Yhdelläkin öljykentällä voi esiintyä erilaisia öljyjä, riippuen siitä miltä syvyydeltä öljyä porataan. Öljyn etsinnässä on käytössä monta erilaista menetelmää, esimerkkinä seisminen menetelmä, jossa maahan porataan reikiä muutamien kymmenien metrien syvyyksiin. Rei'issä suoritetaan räjäytyksiä, jotka aiheuttavat järistysaaltoja jotka heijastuvat maan eri kerrostumista eri tavoin. Heijastusten voimakkuus ja suunta mitataan, jolloin saadaan tietoja kerrostumien laadusta ja rajoista. Todettaessa öljyesiintymä, aloitetaan koeporaukset jotka lopullisesti kertovat öljyesiintymän suuruuden. (Exxon Mobil Corporation 2003, 5).

Öljykauppaa käydessä tai öljyn hintaa kerrottaessa käytetään mittayksikkönä barreli (tynnyri), joka on peräisin englanninkielisestä sanasta barrel. Barreli on määrältään noin 159 litraa, eli 42 US gallonaa ja 34,5 UK gallonaa. Barreli on sovittu mittayksikkö, ja siitä käytetään merkintää b tai bbl. (Viitasalo 2009).

3 Voitelumekanismit

Voiteluaineista puhuttaessa on tärkeä tietää erilaisista voitelumekanismeista, eli millä eri tavoilla itse voitelu tapahtuu ja mitä ilmiöitä voiteluaineessa ja voideltavilla pinnoilla tällöin tapahtuu.

3.1 Rajavoitelu

Rajavoitelu tapahtuu silloin kun voideltavien pintojen välillä on jatkuvasti kosketuksia, eli toisin sanoen kun pinnankarheuden huiput osuvat toisiinsa. Rajavoitelulla tarkoitetaan yleensä metalli-metalli – kosketusta, jolloin pintojen välinen kitkakerroin kasvaa. Pintojen kuluminen pyritään pitämään pienenä, ja silloin voiteluaineiden lisäaineilla on keskeinen merkitys (kts luku 6). Erityisen

tärkeitä lisäaineita ovat kitkaa pienentävät lisäaineet, kulumisenestoaineet ja EP-lisäaineet ts. korkeapainelisäaineet. On arvioitu että noin 15–30 % moottorin kitkahäviöstä syntyy rajavoitelualueella. (Viitasalo 2009).

3.2 Sekavoitelu

Sekavoitelu on nimensä mukaisesti sekoitus kahta eri voitelumekanismia; rajavoitelun ja nestevoitelun. Metallimetalli – kosketuksia ilmenee siis ajoittain eikä jatkuvasti niin kuin rajavoitelun tapauksessa. (Viitasalo 2009).

3.3 Hydrodynaaminen voitelu

Hydrodynaamista voitelua esiintyy liukulaakereissa. Pintojen väliseen voiteluaineeseen syntyy liikkeen vaikutuksesta kuormaa kantava paine. Pintapaineet ovat hydrodynaamisessa voitelussa pieniä, joten väsymiskulumista ei tapahdu. (Viitasalo 2009).

3.4 Elastohydrodynaaminen voitelu

Elastohydrodynaamista voitelua esiintyy vierintälaakereissa. Pintojen välillä vallitsee jatkuva ohut voiteluainekalvo, voiteluaineen kulkiessa kosketuskohdan läpi hyvin lyhyessä ajassa. Tällöin voideltavien pintojen välissä olevan voiteluaineen paine on suuri, mutta suurin paine ilmenee hieman pintojen alapuolella. Pinnoissa esiintyy muodonmuutoksia jotka ovat kuormasta johtuvia, kulumisen ollessa pääosin metallin väsymistä. Metallipinnoista voi irrota hiutaleita normaalivoiman ja kitkavoiman suhteen ollessa ”sopiva”. (Viitasalo 2009).

4 Perustietoa öljyistä

4.1 Tiheys ja ominaispaino

Aineen tiheys on sen aineen massa jaettuna tilavuudella (kg/m^3). Tiheys määritetään yleensä $+15^\circ\text{C}$:ssa, ja voidaan käyttää mm. öljyn tunnistamiseen

ja käytetyn moottoriöljyn kunnon toteamiseen. Alentunut tiheys kielii siitä että palamatonta polttoainetta on kulkeutunut öljyn joukkoon, ja vastakohtana kohonnut tiheys joka kielii öljyn likaantumisen. (Viitasalo 2009).

Ominaispaine on aineen tilavuuden massa verrattuna vastaavaan vesimäärään massaansa. Tiheys ja ominaispaine ovat molemmat lämpötilasta riippuvia. (Oy Teboil Ab, 6).

4.2 Viskositeetti eli juoksevuus

Viskositeetti on lämpötilasta riippuva suure, jolla tarkoitetaan öljyn sisäistä kitkaa joka vastustaa liikettä, toisin sanoen öljyn juoksevuus. Esimerkkinä vesi ja siirappi; siirappi on vaikeasti juoksevaa, joten sen sisäinen kitka on suuri ja viskositeetti vastaavasti korkea. Vesi on helposti juoksevaa, joten sen sisäinen kitka on pieni ja sillä on alhainen viskositeetti. (Exxon Mobil Corporation 2003, 7).

Viskositeettiyksiköitä on monia. Voiteluöljyistä käytetään yleisesti kinemaattista viskositeettia, joka määritetään antamalla nesteen virrata ohuen mittaputken läpi, putken ollessa nestehauteessa samalla mitaten nestemäärän virtausaika. Viskositeetin yhteydessä tulee aina ilmoittaa tarkka määrittäislämpötila, joista yleisimmät ovat $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kinemaattisen viskositeetin yksikkö on Stoki (St), SI-järjestelmässä (m^2/s), tai yleisimmin käytettynä senttistoke (cSt), SI-järjestelmässä (mm^2/s) (Viitasalo 2009).

Dynaaminen viskositeetti saadaan kun kinemaattinen viskositeetti kerrotaan öljyn tiheydellä mittauslämpötilassa, mutta käytetään yleensä silloin kun halutaan määrittää viskositeetti alemassa lämpötilassa kuin missä kinemaattinen määrittäminen voidaan tehdä. Dynaaminen viskositeetti voidaan myös määrittää standardoiduilla mittalaitteilla joita on olemassa useita erilaisia. Yleisimpiin mittausmenetelmiin kuuluu ns. CCS-viskositeetti (cold cranking simulator), joka jäljittelee voiteluolosuhteita liukulaakereissa. CCS-viskositeetti määritetään sähkövirran kulutuksena pyöritettäessä sähkömoottorilla hammaspyöriä öljyssä. Mitä jäykempää öljy on, eli mitä pienempi viskositeetti,

sitä suurempi virta tarvitaan jotta pyörintänopeus olisi halutunlainen. (Exxon Mobil Corporation 2003, 7; Viitasalo 2009).

Dynaamisen viskositeetin yksikkö on Poise (P) tai senttipoise (cP), ja SI-järjestelmässä Pascal-sekunti (Pas) (Ns/m^2) (Oy Teboil Ab, 6).

4.3 Viskositeetti-indeksi

Viskositeetti-indeksi kuvaa öljyn viskositeetin riippuvuutta lämpötilan muutoksesta, ja siitä käytetään lyhennettä VI. Viskositeetti-indeksi perustuu tehtyihin viskositeettimäärytyksiin $+40^\circ\text{C}$ ja $+100^\circ\text{C}$:ssa, sekä viskositeetin muuttumiseen tällä lämpötilavälillä. Tiedettäessä VI $+40^\circ\text{C}$ ja $+100^\circ\text{C}$:ssa voidaan myös viskositeettidiagrammien avulla määrittää VI. Mitä suurempi VI:n arvo on, sitä vähemmän viskositeetti muuttuu lämpötilan vaikutuksesta, ts. sitä vähemmän viskositeetti laskee eli öljy ohenee lämpötilan kohotessa, ja sitä vähemmän viskositeetti kasvaa eli öljy paksunee lämpötilan laskiessa. (Exxon Mobil Corporation 2003, 7; Viitasalo 2009).

Aikanaan päätettiin että huonoimman silloin tunnetun öljyn VI=0, ja parhaimman öljyn VI=100. Öljyt ovat kuitenkin kehittyneet paljon vuosien saatossa, eivätkä ole enää yhtä herkkiä lämpötilavaihtelujen suhteen. Viskositeetti-indeksi 100 on siten jäänyt parhaimmille öljyille liian pieneksi, joten nykyisten synteettisten, hyvin lisäaineistettujen öljyjen VI voi olla jopa suurusluokkaa 200. (Viitasalo 2009).

4.4 Leimahdus- ja syttymispiste

Leimahduspisteellä tarkoitetaan alinta lämpötilaa, jossa öljystä höyrystyy ilman kanssa nesteen pinnan lähelle syttyvä seos, joka leimahtaa mutta ei jää palamaan. Syttymispiste taas on lämpötila jossa höyrystynyt seos palaa vähintään 5s. Syttymispiste on yleensä $10-50^\circ\text{C}$:a korkeampi kuin leimahduspiste. Moottoriöljyn leimahduspiste tulee olla mahdollisimman korkea koska se vaikuttaa öljynkulutukseen, ja useimmilla voiteluaineilla leimahduspiste onkin yli 100°C :a Vrt. kaksitahtimoottoriöljyt joissa taas

leimahduspisteen tulee olla riittävän alhainen jotta öljy palaisi moottorissa kunnolla. (Exxon Mobil Corporation 2003, 8; Viitasalo 2009.)

4.5 Jähmepiste

Öljyn jähmepiste on se lämpötila, jossa öljy lakkaa virtaamasta omalla painollaan. Jähmepisteen määrittäminen suoritetaan laboratoriossa; kallistamalla koeputkessa olevaa jäähdytettyä öljyä. Moottoriöljyn jähmepiste ei kuitenkaan ilmaise ehdotonta juoksevuusrajaa, koska voitelu ei tapahdu moottorissa öljyn omalla painolla. Käynnistyksessä öljy saattaa olla juoksevaa jähmepistettä alhaisimmissakin lämpötiloissa. Esimerkiksi täyssynteettisten voiteluaineiden eräs merkittävä ominaisuus on alhainen jähmepiste; yleensä alle -50°C . (Oy Teboil Ab, 6; Viitasalo 2009).

4.6 Neutraloimisluku

Voiteluaineissa on perusöljystä, lisäaineistuksesta tai käytöstä johtuvasta hapettumisesta peräisin olevia aineita, jotka ovat happamia tai emäksisiä. Happamien aineiden neutraloimiseksi tarvittavaa määrää kutsutaan kokonaisemäsluvuksi ja öljyssä olevien happamien aineiden kokonaismäärä ilmaistaan kokonaishappoluvun avulla.

4.6.1 Kokonaisemäsluku, TBN

Kokonaisemäsluku eli TBN (Total Base Number), ilmoittaa öljyn emäksisyyden eli toisin sanoen öljyn kyvyn neutraloida palamisessa syntyviä happamia ainesosia. Öljyn muodostuu happoja ja hapokkeita pääasiassa palamisjätteistä. Hapot syövyttävät metallia voimakkaasti, joten on erityisen tärkeää että öljy pystyy neutraloimaan ne ja samalla estämään syöpymisen. Ohjeellisena öljynvaihtorajana voidaan pitää TBN-arvon puolittumista verrattuna uuteen öljyyn, kuitenkin muistaen että eri öljytyyppien TBN-arvo vaihtelee suuresti. (Viitasalo 2009).

4.6.2 Kokonaishappoluku, TAN

Kokonaishappoluku eli TAN (Total Acid Number) ilmoittaa öljyssä olevien happojen määrän. Öljyn happamuus lisääntyy öljyn vanhetessa, ja TAN-arvon kasvua seurataan enimmäkseen pitkän vaihtovälin kohteissa. (Viitasalo 2009).

5 Öljyn jalostus ja perusöljyt

Merenpohjasta tai mantereelta porattava raakaöljy ei ole sellaisenaan käyttökelpoista, vaan sen on ensiksi läpikäytävä monivaiheinen jalostus.

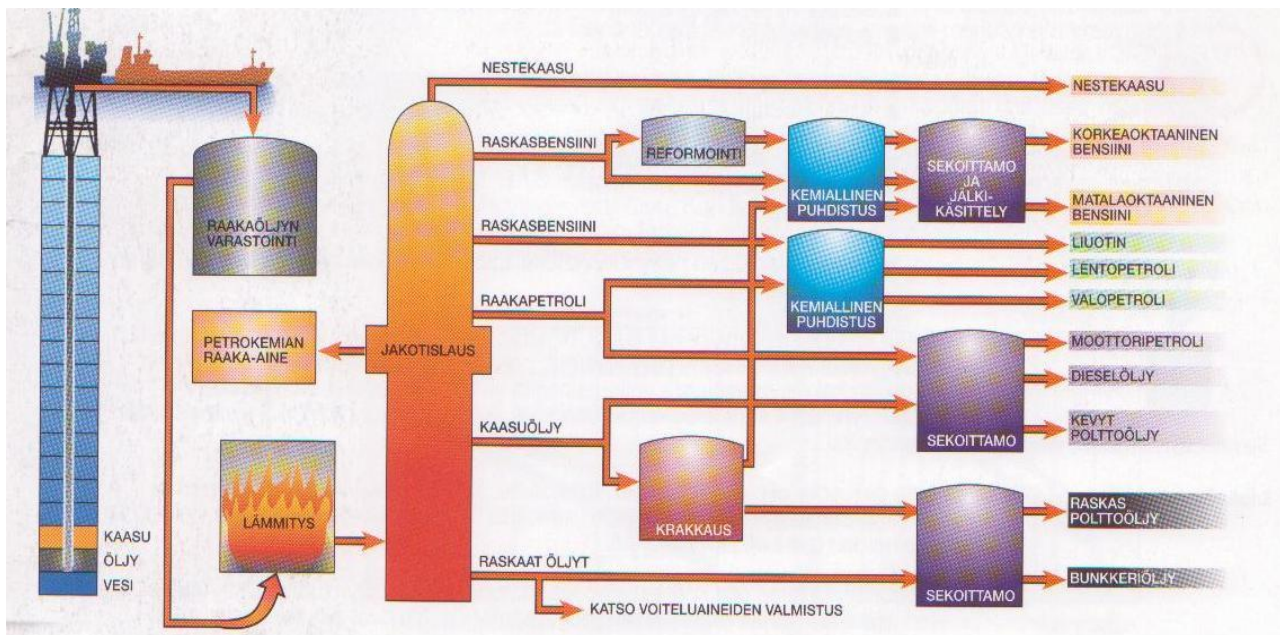
Aluksi raakaöljy puhdistetaan, kuumennetaan kaasuuntumislämpötilaan ja sittemmin johdetaan jakotislaustorniin normaalin ilmanpaineen vallitessa jakotislaustornissa öljykaasu taasen jäähdytetään, jolloin kaasun eri jakeet tiivistyvät kiehumispisteiden mukaisessa järjestyksessä. (Exxon Mobil Corporation 2003, 5).

Ylimpänä erottuu nestekaasu, sitten bensiini, petroli, kevyt polttoöljy ja alimpana erottuu raskas polttoöljy. Pohjalle jäävät raskaat jakeet, jotka eivät höyrysty tislauksilämpötilassa, eivätkä siis kelpaa polttoaineiksi. Tämä prosessi on nähtävissä kuvassa 5.1. Nämä polttoaineeksi kelpaamattomat jakeet johdetaan edelleen alipainetislaukseen tai toisin sanoen tyhjiötislataan, missä voiteluaineiden perusöljyt erottuvat, kuten kuvassa 5.2 on havaittavissa. Raakaöljystä saadaan vain 10 % voiteluaineiden perusöljyksi sopivaa. Tavallisissa polttoainetalostamoissa ei kuitenkaan jalosteta voiteluaineiden perusöljyä. (Exxon Mobil Corporation 2003, 5, Viitasalo 2009).

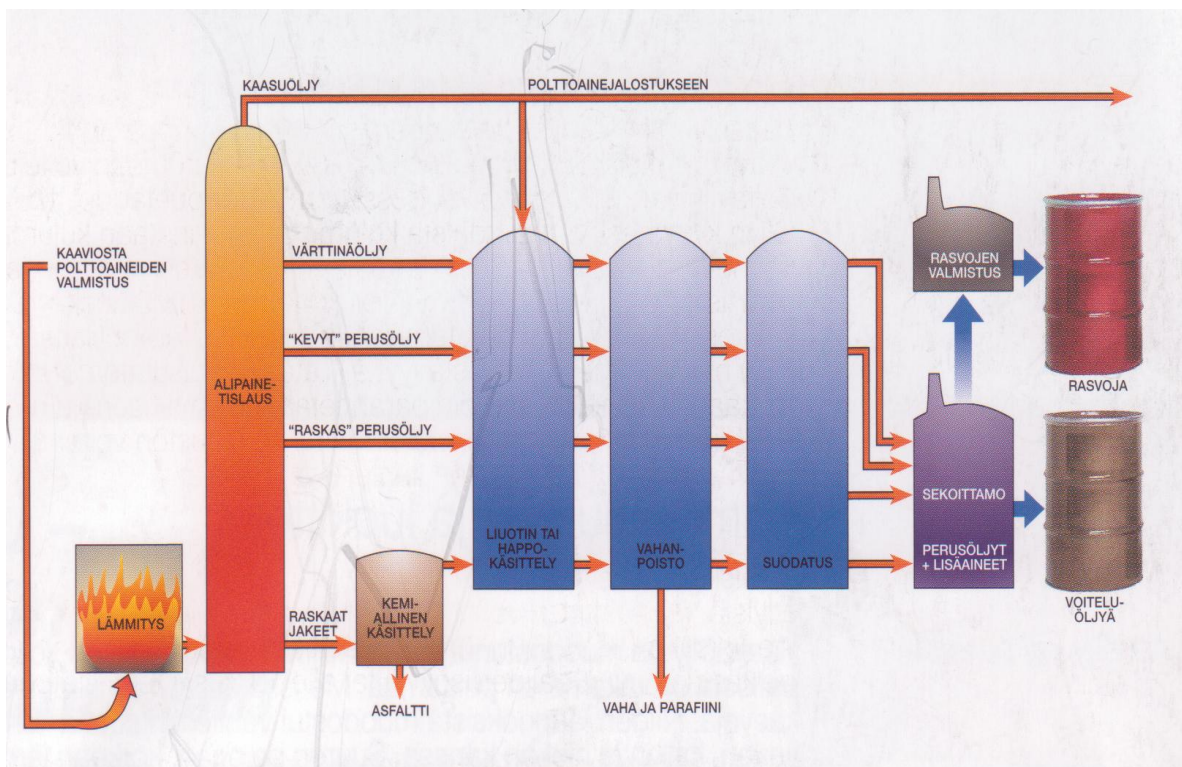
Erityisjalostukseen kuuluu liuotinkäsittely ja vahanpoisto sekä kemiallinen puhdistus. Liuotinkäsittelyssä eli furfuraaliuutossa poistetaan helposti hapettuvat aromaattit, jotka muuten karstoittaisivat moottoria. Vahanpoistossa poistetaan korkeissa lämpötiloissa kiteytyvät parafiinit, ja viimeisin vaihe eli kemiallinen puhdistus on eräänlainen suodatus. Lopputuloksena on mineraaliöljypohjainen voiteluaineen perusöljy. (Exxon Mobil Corporation 2003, 5).

Mikäli halutaan käyttää mineraalipohjaista perusöljyä, on sen koostumuksen oltava käyttötarkoitukseen sopiva. Koostumuksella tarkoitetaan parafiinien, nafteenien ja aromaattien suhdetta. Parafiinit ovat suoraketjuisia tyydyttyneitä hiilivetyjä (ilman kaksoissidoksia), nafteenit ovat suoraketjuisia tyydyttymättömiä hiilivetyjä ja aromaattit ovat rengasmaisia tyydyttymättömiä hiilivetyjä. Moottoriöljyt ovat useimmiten suhteellisen pitkälle jalostettuja parafiinisia öljyjä, joiden aromaattien optimipitoisuus on 5-15 % koostumuksesta. Vaihteistoöljyt ovat useimmiten nafteeneja. Nafteeneilla on matala jähmepiste ja alhainen viskositeetti-indeksi. (Viitasalo 2009).

Valmis voiteluaine koostuu perusöljystä ja siihen lisättävistä lisäaineista. Perusöljyjä on olemassa kolme eri perustyyppiä: Mineraaliöljypohjainen, EHVI/VHVI (ks. luku 5.1) ja synteettinen perusöljy. Lopullinen voiteluaine voidaan toteuttaa monen erityyppisen perusöljyn sekoituksena, mistä juontuu nimitykset ”osasynteettinen”, ”puolisynteettinen” ja ”täyssynteettinen”. Kuluttajan kannattaa kuitenkin olla nimitysten kanssa tarkkana; valmistaja voi kutsua öljyä synteettiseksi mikäli siinä on vähänkin synteettistä perusöljyä mukana. (Viitasalo 2009).



Kuva 5.1 Polttoaineiden valmistus (Exxon Mobil Corporation 2003, 5)



Kuva 5.2 Voiteluaineiden valmistus (Exxon Mobil Corporation 2003, 6)

5.1 VHVI- ja EVHI-öljyt

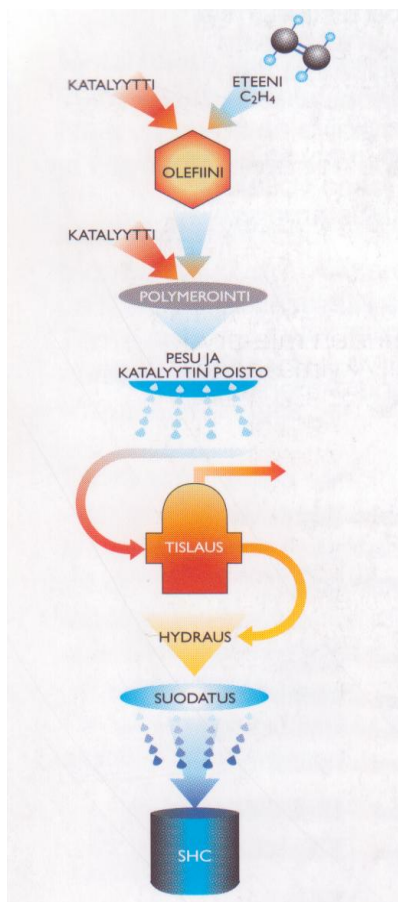
Mineraaliperusöljyn laatua voidaan nykyisin parantaa jatkojalostamalla sitä. Öljy läpikäy hydrokrakkauksen, joka on vetykäsittely jossa vety reagoi tyydyttymättömien hiilivetyjen kanssa tehden öljystä stabiilin. Lopputuotteeksi saadaan mineraaliöljyperäistä perusöljyä, joka on ominaisuuksiltaan synteettisten perusöljyjen kaltaista, silti olematta synteettistä. (Exxon Mobil Corporation 2003, 6, Viitasalo 2009).

Jatkojalostamisen etuna on lämmönkestävyyden parantuminen 40 %, joten öljy ei ohennu tai hapetu yhtä helposti. Yleisesti tällaisia perusöljyjä kutsutaan VHVI (Very High Viscosity-Index) tai EHVI (Extra High Viscosity-Index) -öljyiksi, valmistajien käyttäessä joskus hieman poikkeavia nimityksiä. Esimerkiksi Mobil Oil kutsuu tällaisia VHVI/ EHVI-öljyjä XHQ- (Xtra High Quality) tai XHVI-öljyksi (Xtra High Viskosity-Index). (Exxon Mobil Corporation 2003, 6).

5.2 Synteettinen perusöljy

Maaöljypohjaiset öljyt sisältävät paljon erilaisia kemiallisia yhdisteitä, joiden voiteluominaisuudet saattavat vaihdella hyvinkin suuressa määrin, eivätkä siksi pysty täyttämään kaikkia niihin kohdistuvia vaatimuksia. Mainittakoon esimerkkinä poikkeukselliset lämpötilat ja erikoiset kitkavaatimukset. Tästä syystä käytetään synteettisiä voiteluaineita. (Exxon Mobil Corporation 2003, 6).

Synteettiset voiteluaineet valmistetaan raakaöljystä tai tarkemmin sanottuna raakaöljyn raaka-aineista, esim. eteenistä, ja luonnonkaasusta lämpökrakkauksen avulla kuten kuvasta 5.3 ilmenee. Synteettiset perusöljyt ovat tarkasti määriteltyjä kemiallisia tuotteita, ja niillä on täysin hallittu molekyyli rakenne ja voiteluominaisuudet jotka ovat ennalta määrättyt. Tällainen perusöljy on kallista, johtuen juuri monimutkaisesta valmistustavasta ja valmistukseen tarvittavista raaka-aineista. Lopputuotteena on kuitenkin lämpötilan ja käyttöiän suhteen parempia voiteluaineita. (Exxon Mobil Corporation 2003, 6).



Kuva 5.3 Synteettisen perusöljyn valmistus (Exxon Mobil Corporation 2003, 6)

Synteettisillä voiteluaineilla on hyvät kylmä- ja kuumaominaisuudet sekä vähäinen haihtuvuus (öljynkulutuksen väheneminen kuumassa). Kylmäominaisuuksilla tarkoitetaan juoksevuutta tai ts. alhaista viskositeettia, ja kuumaominaisuuksilla taasen viskositeetin säilymistä riittävän korkeana korkeissa lämpötiloissa, vaikka vaihtovälit olisivatkin pitkiä. Yhdessä kuuma- ja kylmäominaisuudet saavat aikaan sen että verrattuna perinteisiin öljyihin, viskositeetti muuttuu lämpötilan vaikutuksesta vähemmän, eli viskositeetti-indeksi on korkea. (Viitasalo 2009).

Synteettisiä voiteluaineita käytetään kohteissa joissa mineraaliöljyt eivät selviydy tyydyttävästi. Esimerkiksi Suomen olosuhteissa synteettisten voiteluaineiden käyttö on jo lähes itsestäänselvyys, johtuen Suomen vuodenaikojen vaihtelevista lämpötilaosuhteista. Synteettiset öljyt myös sopivat paremmin katalysaattoriautoihin. (Viitasalo 2009).

5.3 Polyalfaolefiini, PAO

Polyalfaolefiini on käytetyin synteettinen perusöljy. Synteettisten moottoriöljyjen perusöljyt ovat lähes poikkeuksetta polyalfaolefiineja, PAO:n kuitenkin ollessa yleinen myös vaihteisto- ja vetopyörästä öljyjen perusöljynä. Polyalfaolefiinin viskositeetti-indeksi on korkea, yleensä >130, joka lisäaineistuksella saadaan nostetuksi lähemmäs arvoa 200. Myös muualla kuin öljyteollisuudessa voi törmätä polyalfaolefiiniin; lakritsimakeisten kiiltävä ja tahmea pinnoite voi olla erittäin puhdasta polyalfaolefiinia. (Viitasalo 2009).

Polyalfaolefiinillä on paljon hyviä ominaisuuksia. Polyalfaolefiini sekoittuu täydellisesti mineraaliöljyihin. Sillä on hyvät kylmäominaisuudet, eli hyvä pumpattavuus ja alhainen jäähmepiste, johtuen siitä ettei se sisällä kylmässä kiteytyviä normaaliparafiineja. Polyalfaolefiini kestää hyvin korkeita lämpötiloja, ja verrattuna mineraaliöljyihin se kestää jopa +50°C korkeampia lämpötiloja. Korkean viskositeetti-indeksin ansiosta voidaan esim. SAE 10W-30 moottoriöljyä valmistaa ilman VI-parantajalisäainetta. VI-parantajalisäaineilla on moottoria karstoittavia vaikutuksia, joten niiden käyttö pyritään pitämään minimissä. Polyalfaolefiineilla on erittäin alhainen haihtuvuus, eli ts. öljynkulutus on pientä. Hinnaltaan PAO on kuitenkin suhteellisen halpaa, vain noin 3-5 kertaa kalliimpaa kuin halvin mineraaliöljy. (Viitasalo 2009).

PAO:n hyviin ominaisuuksiin kuuluvat myös ne ettei se hapetu, polymeroidu eikä karstoita moottoria. Polyalfaolefiini kestää myös vettä, toisin kuin esterit. Polyalfaolefiinin lisäaineistaminen on kuitenkin vaikeaa, ja se vaatii runsaasti kokemusta ja huolellisuutta. Synteettisten voiteluaineiden käytön ollessa uutta, ei niiden kanssa sopivista lisäaineista tiedetty vielä tarpeeksi, jolloin esiintyi paljon tiivisteiden rikkoutumista ja vuotoja. (Viitasalo 2009).

5.4 Muut synteettiset voiteluaineet

Polyalfaolefiinin lisäksi on olemassa muitakin synteettisiä voiteluaineita. Sellaisia ovat mm. alkyylibentseenit, orgaaniset esterit, polyglykolit, fosforihapon esterit ja silikoniöljyt. Nämä eivät kuitenkaan ole autokäytössä yhtä merkityksellisessä roolissa verrattuna polyalfaolefiiniin. (Viitasalo 2009).

6 Lisäaineistus

Pelkkä perusöljy ei täytä kaikkia niitä vaatimuksia joita nykyaikaiset koneet ja laitteet asettavat, joten perusöljyyn lisätään erityisiä lisäaineita jotta saadaan voiteluaineelle halutut ominaisuudet. Voiteluaine koostuu siis perusöljystä ja siihen lisättävistä lisäaineista. Huomioitava on kuitenkin se, että parhaimmataan lisäaineet eivät tee huonolaatuisesta perusöljystä hyvälaatuista voiteluainetta. Lisäaineiden sopivuus niin toisiinsa kuin perusöljyyn on tärkeää. Voiteluaineiden valmistajat ostavat lisäaineet lisäaineidenvalmistajilta ”paketeissa”, jossa on monta toisiinsa sovitettua lisäainetta. (Oy Teboil Ab, 7; Viitasalo 2009).

Pääpiirteittäin lisäaineet jaetaan kahteen eri ryhmään: kemiallisesti inaktiivisiin ja kemiallisesti aktiivisiin lisäaineisiin. Lisäaineiden valmistaja vastaa yleensä paketeista ja niiden yhteensopivuudesta perusöljyjen kanssa.

6.1 Kemiallisesti inaktiiviset lisäaineet

Kemiallisesti inaktiiviset lisäaineet ovat lisäaineita jotka vaikuttavat olemassaolollaan öljyn fysikaalisiin ominaisuuksiin, ts. parantavat öljyn ominaisuuksia.

6.1.1 Viskositeetti-indeksin parantajat

Viskositeetti-indeksin parantajalisäaineilla parannetaan öljyn luonnollista VI-indeksiä. Ne ovat erityisen tärkeitä öljyissä jotka toimivat voimakkaasti vaihtelevissa lämpötilaolosuhteissa. VI- parantajalisäaineet ovat pitkäketjuisia,

suurimolekyylisiä polymeerejä, jotka pysyvät öljyssä ketjumaisina hidastaen viskositeetin alenemista lämpötilan kohotessa. VI-parantaja voi kuitenkin pilkkoutua lyhyemmiksi ketjuiksi leikkausvoiman vaikutuksesta, mikä aiheuttaa viskositeetin pysyvän alenemisen. Toinen ongelma VI-parantajissa on imuventtiilien karstoittaminen. Viskositeetti-indeksin parantajia käytetään erityisesti kylmissä olosuhteissa moottori-, automaattivaihteisto- ja hydraulikkaöljyissä. (Viitasalo 2009, Oy Teboil Ab, 7; Opetushallitus).

6.1.2 Jähmepisteen alentajat

Jähmepisteen alentajia käytetään nimensä mukaisesti alentamaan öljyn jähmepistettä toiminnaltaan alhaisissa lämpötiloissa tarkoitetuissa öljyissä. Öljyssä olevat parafiiniset hiilivedyt kiteytyvät vahakiteiksi lämpötilan laskiessa, muodostaen verkkoja tarttumalla toisiinsa. Jähmepisteen alentajilla estetään kiteiden kasvu ja kiteiden tarttuminen toisiinsa, joten jäljelle jäävät pienet erilliset kiteet eivät huononna öljyn juoksevuusominaisuuksia kovinkaan paljon. Lisäaineilla voidaan myös alentaa lämpötilaa jossa kiteinen, jäykkä rakenne muodostuu. Lämpötilan aleneminen voi olla 10–20°, joskus jopa 30°. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

6.1.3 Vaahtoamisen estäjät

Vaahtoamisenestolisäaineet ovat yleensä silikoniöljyjä jotka pienentävät öljyssä esiintyvien ilmakuplien pintajännitystä, jolloin ilmakuplat liittyvät toisiinsa muodostaen isompia kuplia ja nousevat sitten pintaan särkyen helpommin. Lisäainetta tarvitaan todella vähän, vain muutama ppm (parts per million). Vaahtoaminen pyritään estämään koska se huonontaa öljyn voiteluominaisuuksia, nopeuttaa hapettumista ja voi myös aiheuttaa toimintahäiriöitä hydraulikkajärjestelmässä. Vaahtoamistaipumus kasvaa yleensä öljyn likaantuessa. Vaahtoamisen estäjiä käytetään moottori-, vaihteisto- ja hydraulikaöljyissä. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

6.1.4 Emulgaattorit

Emulgaattorit ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka edistävät emulsion muodostumista. Tässä tapauksessa emulgaattorit edistävät veden erottumista öljystä, ts. saavat veden pysymään pisaroina ja painumaan pohjalle, etteivät vesipisarat joutuisi voitelukierron mukaan. (Viitasalo 2009).

6.2 Kemiallisesti aktiiviset lisäaineet

Kemiallisesti aktiiviset lisäaineet reagoivat metallipintojen tai öljyssä olevien komponenttien kanssa.

6.2.1 Hapettumisen estoaineet tai antioksidantit

Hapettumisenestoaineiden tai antioksidanttien tarkoituksena on pidentää voiteluaineen elinikää, eli hidastaa sen kemiallista vanhenemista. Öljy hapettuu joutuessa kosketukseen ilman kanssa, hapettumista edistävät lämpö, valo ja paine. Hapettumisen seurauksena öljyn viskositeetti kasvaa, ja öljyyn alkaa muodostua likaavia ja korroosiota aiheuttavia yhdisteitä.

Hapettumisenestoaineita on pääosin kahta eri tyyppiä: ketjureaktion katkaisevat aineet ja metallien katalyyttisen vaikutuksen estävät aineet. Ketjureaktion katkaisevat aineet, esim. fenolit, toimivat parhaiten alhaisissa lämpötiloissa. Metallien katalyyttisten vaikutuksen estävät aineet toimivat parhaiten korkeammissa lämpötiloissa, joissa metallien katalyyttinen vaikutus on suuri. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

6.2.2 Puhdistavat (detergentit) ja jakauttavat (dispersantit) aineet

Puhdistavat lisäaineet eli detergentit ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka neutraloivat palamistuotteita estäen likakerrostumien muodostumista kuumille pinnoille, samalla poistaen jo muodostuneita kerroksia. Detergenttejä käytetään erityisesti moottori- ja hydraulikkaöljyjen lisäaineina, ja ovat yleensä barium-, kalsium-, natrium- tai magnesium-yhdisteitä. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

Jakauttavat lisäaineet eli dispersantit ovat pitkäketjuisia polaarisia yhdisteitä. Dispersantit muodostavat epäpuhtauksien ympärille kerroksen, joka estää likapartikkelien kasaantumista, ja pitävät hiukkaset erillään jakautuneena öljyssä. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

Detergentit ja dispersantit ovat hyvin tärkeitä moottoriöljyissä, ja niitä käytetään erityisesti raskaisiin dieseleihin tarkoitetuissa öljyissä.

6.2.3 Korroosionestoaineet

Korroosionestolisäaineet suojaavat metallipintoja hapen ja kosteuden aiheuttamalta korroosiolta, muodostamalla suojaavan kalvon metallipintojen päälle. Voiteluaineissa käytettyjä korroosionestokemikaaleja ovat tyypiyhdisteet, fosforihappojen- ja karboksyylihappojen johdannaiset sekä rikkiyhdisteet. Laakerimetallit ovat erityisesti suojattava epäpuhtauksilta jotka muodostuvat öljyyn käytön aikana. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

6.2.4 Kiinnitarttuvuuslisäaineet

Kiinnitarttuvuuslisäaineet parantavat öljyn kykyä tarttua metallipintoihin, samalla vähentäen öljyn tippumis- ja roiskumistaipumusta.

6.2.5 Kitkanalentajat

Kitkanalentajalisäaineet alentavat kitkaa liikkuvien pintojen välillä, etenkin tilanteissa joissa liikenopeudet ovat alhaiset, kuten käynnistys- ja pysäytysvaiheessa. Kitkanalentajat muodostavat metallipinnalle ohuen kalvon, lähinnä absorboitumalla pintaan. Tyypillisesti kitkanalentajat ovat polaarisia öljyliukoisia yhdisteitä, kuten esimerkiksi alkoholeja, amideja ja suoloja. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

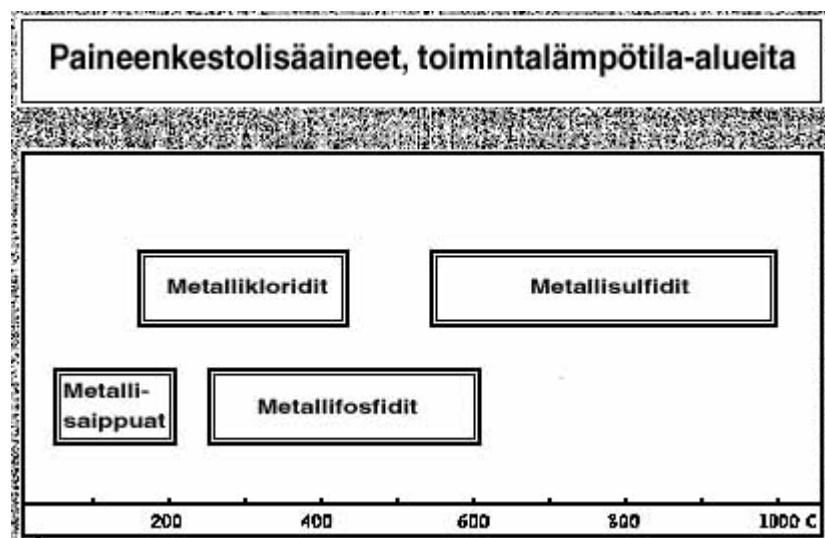
6.2.6 Kulumisenestoaineet, (AW, Anti wear)

Kulumisenestoaineiden (AW, Anti Wear) tehtävänä on vähentää kosketuksissa olevien liikkuvien pintojen kulumista. Ne muodostavat pinnoille kemiallisia

kerroksia, jotka pintojen liikkeessa leikkautuvat helpommin kuin itse metalli. Reaktiossa muodostuneet kerrokset poistuvat leikkautuessaan, ja uuden kerroksen muodostuminen alkaa välittömästi edellisen poistuttua ja metallipinnan paljastuttua. AW- lisäaineiden häviäminen on yksi voiteluaineen vanhenemisen syitä. Yleisimpiä nykyään käytettyjä kulumisenestoaineita ovat sinkkiditiofosfaatit, mutta muita käytettyjä ovat mm. rikki- ja fosforiyhdisteet sekä amiinit. Näitä käytetään moottori-, vaihteisto- ja hydraulijölyissä. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

6.2.7 EP-lisäaineet

Korkeapainelisäaineet (EP, extreme pressure) reagoivat rajavoitelutilanteissa metallipintojen kanssa, kun pinnat ovat suuren paikallisen pintapaineen sekä korkean lämpötilan alaisena. EP-lisäaineiden tarkoitus on kasvattaa voiteluaineen kuormankantokykyä, estää pintavaurioita ja vähentää kitkaa. EP-lisäaine aktivoituu sille ominaisessa lämpötilassa, joten paikallisen lämpötilan on noustava tähän jotta reaktio käynnistyisi ja pintaa suojaava rajavoitelukalvo muodostuisi. Kuvassa 6.1 on esitetty erilaisten paineenkestolisäaineiden toimintalämpötila-alueita 100-1000 °C :een. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

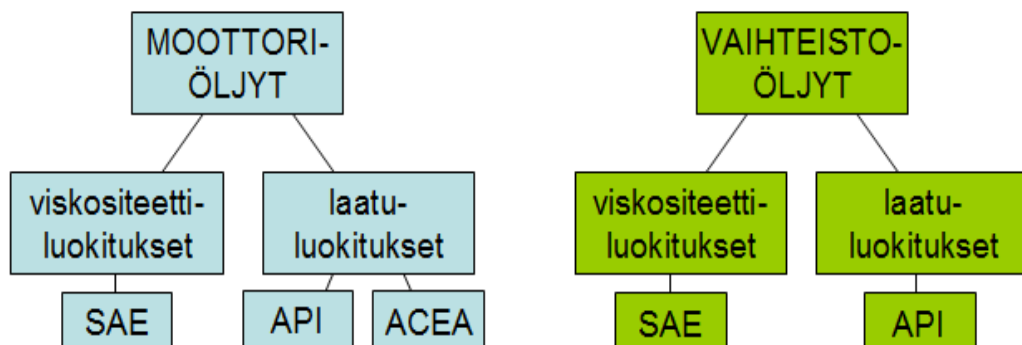


Kuva 6.1 EP-lisäaineiden toimintalämpötila-alueita (Opetushallitus)

EP-lisäaineita käytetään voiteluaineissa joita käytetään rajusti kuormitetuissa kohteissa, esim. vaihteistoöljyt, työstönesteet ja eräät hydraulikkaöljyt. Korkeapainelisäaineet ovat useimmiten rikki- ja fosforyhdisteitä. EP- ja AW-lisäaineita hyödynnetään usein samoissa olosuhteissa myös niiden käyttötarkoitusten ollessa samat, joten voi olla vaikea erottaa mitkä ominaisuudet ovat ko. kohteessa tärkeitä ja mitkä ominaisuudet vaikuttavat itse lopputulokseen. (Viitasalo 2009, Opetushallitus).

7 Öljyjen luokittelu

Voiteluaineiden soveltuvuus käyttötarkoituksiinsa varmistetaan määrittelemällä erilaisten käyttöolosuhteiden ja voitelukohteiden voiteluaineille asettamat vaatimukset. Voiteluaineet luokitellaan ominaisuuksiensa mukaan, joten öljyluokitukset jaetaan kahteen pääryhmään: viskositeettiluokituksiin ja laatuluokituksiin. Viskositeettiluokitukset kuvaavat öljyn viskositeettia, laatuluokitusten kuvatessa öljyn suorituskykyä. Luokitukset ovat täysin erillisiä eikä kumpikaan kerro toisesta mitään, ts. viskositeettiluokitukset eivät kerro mitään laadusta ja toisinpäin. Moottori- ja vaihteistoöljyillä ei ole samat viskositeetti- ja laatuluokitukset; kummallakin ne ovat erilliset ja itsenäiset, kuten kuvasta 7.1 on nähtävissä. (Viitasalo 2009).



Kuva 7.1 Moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen luokitukset (Viitasalo 2009).

8 Moottoriöljyn luokitukset

8.1 Moottoriöljyn viskositeettiluokitukset, SAE

Moottoriöljyjen viskositeetti ilmaistaan SAE-luokituksen avulla, jonka on kehittänyt ja jota ylläpitää amerikkalainen SAE (Society of Automotive Engineers). SAE-viskositeettiluokat jaetaan ns. kylmä- ja kuumuokkiin. Kylmäluokat merkitään kirjaimella W (winter), ja ne ovat 0W, 5W, 10W, 15W, 20W ja 25W. Kylmäluokat ovat otettu käyttöön öljyn oikean viskositeetin varmistamiseksi alhaisissa käynnistyslämpötiloissa. Kuumaluokat ovat: 20, 30,40, 50 ja 60 (kuva 8.1.). (Viitasalo 2009, Oy Teboil Ab, 8).

SAE-luokka	CCS-viskositeetti cP/°C	Pumpattavuuden raja-lämpötila, °C	Viskositeetti CST/100 °C		HTHS cP***
			min	max	
0 W	6.200/-35	-40	3,8	-	
5 W	6.600/-30	-35	3,8	-	
10 W	7.000/-25	-30	4,1	-	
15 W	7.000/-20	-25	5,6	-	
20 W	9.500/-15	-20	5,6	-	
25 W	13.000/-10	-15	9,3	-	
20			5,6	< 9,3	2,6
30			9,3	< 12,5	2,9
40			12,5	< 16,3	2,9*
40			12,5	< 16,3	3,7**
50			16,3	< 21,9	3,7
60			21,9	< 26,1	3,7

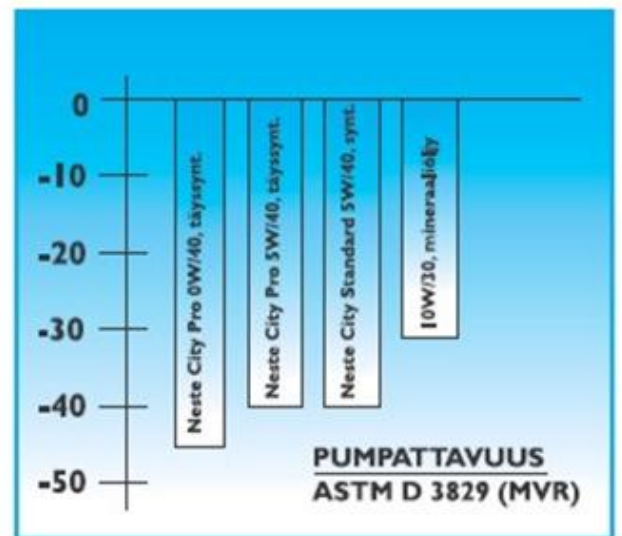
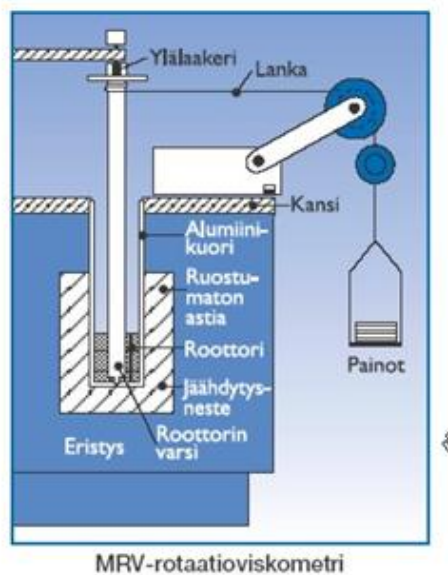
*) Viskositeettiluokat SAE 0W-40, 5W-40 ja 10W-40.
 **) Viskositeettiluokat SAE 15W-40, 20W-40, 25W-40 ja 40.
 ***) Minimiviskositeetti 150°C:n lämpötilassa HTHS-kokeessa.

Kuva 8.1 Moottoriöljyjen SAE- viskositeettiluokat (Oy Teboil Ab, 8)

Öljyjen pumpattavuus mitataan ns. MRV-laitteella (Mini Rotary Viscometer), joka kertoo öljyn kyvystä virrata moottorin öljysiivilän ja pumpun imuputken läpi kylmäkäynnistyksen yhteydessä. (Viitasalo 2009). Laite on esiteltyä kuvassa 8.2. Jokaisen kylmäviskositeettiluokan viskositeetti mitataan eri lämpötilassa (-10°-35°C), ohuimmat laadut mitataan alhaisimmissa lämpötiloissa. Kuvassa 8.3 on esiteltyä W-kylmäviskositeettiluokkien pumpattavuutta eri lämpötiloissa. (Viitasalo 2009).

Kylmäviskositeettiluokan öljyjen on kuitenkin oltava pumpattavissa -5°C viskositeetin määrittäislämpötilan alapuolella, synteettisillä öljyillä pumpattavuusrajan ollessa vieläkin alempana. (Viitasalo 2009).

Kylmäviskositeettiluokan öljyjen kuumaviskositeetti määritetään +100°C:n lämpötilassa. (Viitasalo 2009).



Kuva 8.2 vasemmanpuoleinen, MRV-laite. (Viitasalo 2009).

Kuva 8.3 oikeanpuoleinen, W-luokkien pumpattavuus eri lämpötiloissa. (Viitasalo 2009).

Kuumaviskositeettiluokkien öljyjen viskositeetti ja voitelukyky taas määritetään vain kuumassa, eikä lainkaan kylmässä kuten W-merkinnän öljyt. Kuumaviskositeettiöljyjen viskositeetti määritetään +100°C lämpötilassa

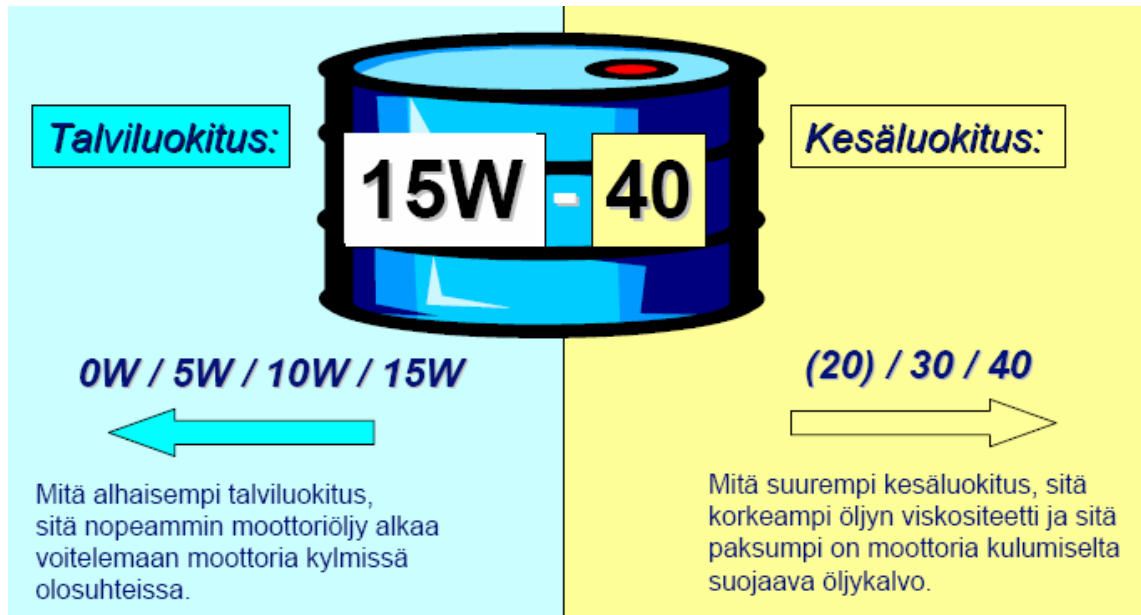
centtistokeina (cSt) ja $+150^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa centtipoiseina (cP) ns. HSHT-viskositeettikokeella. HSHT (High Shear High Temperature) -viskositeetti mitataan liukulaakerin tyyppisessä mittalaitteessa, joka pyörii nopeasti ja jossa öljyn lämpötila on $+150^{\circ}\text{C}$ ja jossa öljykalvoon kohdistuu suuri leikkausrasitus. HSHT-mittalaitteella jäljitellään olosuhteita, jotka muodostuvat kuuman ja nopeasti pyörivän moottorin laakereissa sekä nokka-akselin nokan ja venttiilinnostimen välissä. (Viitasalo 2009).

Kertauksena; kylmäviskositeettiluokkien viskositeetti määritetään sekä kuumassa että kylmässä, ja ne määritetään MRV-laitteella. Kuumaviskositeettiluokkien viskositeetti määritetään ainoastaan kuumassa, ja ne määritetään HSHT-viskositeettikokeella.

8.1.1 Yksi- ja moniasteöljyt

Moniasteöljyt ovat öljyjä joiden viskositeetti vaihtelee lämpötilan muutoksen perusteella vähemmän kuin yksiasteisten öljyjen viskositeetti. Moniasteöljyjen viskositeetti-indeksi on korkea, eli ne notkistuvat lämmittäessä vähemmän kuin yksiasteöljyt. (Viitasalo 2009).

Esimerkiksi SAE 40 on yksiasteöljy, ja SAE 5W-40 on moniasteöljy. SAE 40 öljyn viskositeetti on kuumana sellainen että se osuu SAE 40-normin mukaiselle alueelle. SAE 5W-40 öljyn viskositeetti on kylmänä sellainen kuin SAE 5W-öljyllä ja kuumana sellainen kuin SAE 40 öljyllä. Kyseessä olevaa öljyä voidaan käyttää mikäli vaatimuksena on joku luokista SAE 5W, 10W, 15W, 20, 30, 40 tai jokin näiden moniasteinen muunnos. (Viitasalo 2009, Kulmala, 4)



Kuva 8.4 Moniasteöljy (Kulmala, 4)

8.2 Moottoriöljyn laatuluokitukset API ja ACEA

Moottoriöljyille on olemassa kaksi laatu- tai suorituskykyluokittelujärjestelmää; API ja ACEA. API-luokitus on syntynyt ja sitä kehitellään amerikkalaisen API:n (American Petroleum Institute), ASTM:n (American Society for Testing and Materials) ja SAE:n yhteistyönä. ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles eli European Automobile Manufacturers' Association) on eurooppalainen autovalmistajien yhteistyöjärjestö, joka on kehittänyt moottoriöljyjen laatuluokituksen joka huomio nykyaikaiset eurooppalaiset autot ja käyttöolosuhteet paremmin. (Viitasalo 2009, Oy Teboil Ab, 10).

ACEA:n edeltäjänä toimi CCMC-järjestö, joten ennen vuotta 1996 pakatuista pulloista voi löytää tämän merkinnän. API:n ja ACEA:n lisäksi myös eri autovalmistajat ylläpitävät omia laatuluokittelujärjestelmiään, esim. Audi, BMW, Ford, GM, Mercedes-Benz, Opel ja Volkswagen. Autovalmistajien omat laatuluokitukset voivat olla vaativampia kuin yleiset laatuluokitukset. USA:n armeijallakin on oma moottoriöljyjen luokittelujärjestelmä; MIL. (Viitasalo 2009, Oy Teboil Ab, 10).

8.2.1 API-luokitus

API-luokitus on jaettu kahteen ryhmään:

1) Bensiinimoottoriöljyt, joiden luokat ovat SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SL ja SM

(esim. API-SL).

2) Dieselmoottoriöljyt, joiden luokat ovat CC, CD, CE, CF, CH ja CI

(esim. API-CE)

Luokitusmerkinnän ensimmäinen kirjain ilmaisee moottorityypin (S= bensiinimoottori, C= dieselmoottori) ja toinen kirjain kertoo laatuluokan, periaatteena mitä myöhempi kirjain aakkosista, sitä vaativampi luokka. Luokituksissa saattaa myös esiintyä merkintä 2 tai 4, kuvastaen kaksitahti- tai nelitahtidieselille tarkoitettua moottoriöljyä. Luokat ovat listattuna kuvassa 8.5. (Viitasalo 2009, Oy Teboil Ab, 9).

Vertailun vuoksi; vanhassa CCMC-luokituksessa olivat luokat merkitty

1) Bensiinimoottoriöljyt (G)

2) Kevyet dieselmoottoriöljyt (PD)

3) Raskaat dieselmoottoriöljyt (D)

sekä kirjainta seuraava numero joka ilmaisi kuinka vaativa luokka oli kyseessä; mitä suurempi numero, sitä vaativampi luokka. (Viitasalo 2009).

Moottoriöljyjen API-luokitus on jaettu kahteen ryhmään:

- 1) Bensiinimoottoriöljyt, joille on käytössä luokat SE, SF, SG, SH, SJ, SL ja SM.
- 2) Dieselmoottoriöljyt, joille on käytössä luokat CC, CD, CE, CF, CG, CH ja CI.

Bensiinimoottoriöljyt

SC, SD ja SE ovat vanhoja luokituksia, jotka voivat esiintyä vanhemmissa ajoneuvoissa.

SF Tyypillinen vaatimus vuosimallia 1981-1988 olevien ajoneuvojen bensiinimoottoreille.

SG Aiempaa parempia puhtaanapito-, lietteenesto-, käyttöikä- ja kulumisenesto-ominaisuuksia vaativa luokka. Useimpien moottorinvalmistajien laatuvaatimuksena vuodesta 1989 alkaen.

SH 1993 käyttöön otettu luokitus. Testeiltään ja rajoiltaan sama kuin SG, mutta testien suoritustapa on vaativampi.

SJ 1996 käyttöön otettu luokitus, joka on kehitetty moottoreiden entistä tiukempien päästö- ja suorituskykyvaatimusten mukaiseksi.

SL 2001 käyttöön otettu luokitus, jossa otetaan huomioon parempi polttoainetalous, parempi suoja katalysaattoreille ja muille päästöjä vähentäville osille ja mahdollisuus pidennetyille öljynvaihtoväleille. Uudet testit ja testirajat ovat merkittävästi vaativammat kuin SJ-luokituksessa.

SM Uusi 2005 käyttöön otettu luokitus, jossa parannettu moottorin suoja kulumista vastaan, kylmäominaisuuksien säilyvyyttä käytönaikana ja hapettumisenkestoa verrattuna SL-luokkaan.

Dieselmoottoriöljyt

CB, CC ja CD ovat vanhoja luokituksia, jotka saattavat esiintyä vanhemmissa ajoneuvoissa

CE 1985 esitelty luokitus, jonka käyttö on tyypillistä ahde- tuille ja raskaasti kuormitetuille dieselmoottoreille.

CF 1994 esitelty luokitus, joka on tarkoitettu esikammio- dieselmoottoreille.

CF-4 1990 esitelty luokitus, joka on CE:n korvaava parannettu luokitus.

CF-2 Muuten sama kuin CF-4, mutta kaksitahtidieseileille.

CG-4 1995 esitelty luokitus, joka täyttää amerikkalaisille raskaan kaluston dieseleille asetetut vaatimukset.

CH-4 Raskaan kaluston luokitus vuoden 1998 päästöstandardit täyttävälle öljylle, jotka on tarkoitettu rikittömällä tai vähärikkisellä polttoaineella toimiviin dieselmoottoreihin.

CI-4 Uusi v. 2002 voimaan tullut luokitus vähäpäästöisille moottoreille, jotka on suunniteltu täyttämään v. 2004 pakokaasupäästöjen vaatimukset. Erityisesti moottoreihin, joissa on pakokaasujenkierrätys, EGR.

Kuva 8.5 API-luokitus (Oy Teboil Ab, 9)

8.2.2 ACEA-luokitus

Eurooppalainen ACEA-luokitus on yleisesti ottaen vaatimuksiltaan tiukempi kuin amerikkalainen API-luokitus. On katsottu että API-luokitukset eivät riitä eurooppalaisten laatuluokitusten tarpeeseen, mm. siksi että eurooppalaiset moottorit ovat iskuilavuudeltaan pienempiä ja viritysteeltään korkeampia kuin amerikkalaiset moottorit, ja siksi että Euroopasta löytyy vielä alueita joissa on vapaat ajonopeudet, ts. moottoreita voidaan kuormittaa pitkään ja rajummin kuin mitä Yhdysvalloissa. Luonnollisesti myös ACEA-vaatimusten testaamisessa käytettävät koemoottoritkin ovat eurooppalaisia. (Viitasalo 2009).

Kuitenkin öljyjen valmistajat ovat vastuussa tuotteidensa testaamisesta ja määrittämisestä; ACEA itse ei lisensoi, sertifioi tai rekisteröi tuotteita. Valmistajat ovat myös vastuussa siitä että heidän tuotteensa vastaavat ACEAn asettamia vaatimuksia. (Viitasalo 2009).

Aikaisemmin yleisperiaatteena oli että vaadittua suorituskykyisempää moottoriöljyä voidaan käyttää, mutta nykyisin periaate ei aina päde, johtuen markkinoille tulleista uusista pienikittkaisista öljyistä jotka eivät sovellu kaikille moottoreille. (Viitasalo 2009).

ACEA-luokitusta myös joudutaan aika ajoin päivittämään, eli toisin sanoen vaatimuksia kiristämään entisestään. Syitä tähän ovat moottorien tehojen kasvu, öljyn käyttölämpötilan kohoaminen, moottorien käyttöiän lisääminen, halu pienentää öljynvaihtoväliä (kustannusten ja käyttäjälle aiheutuvan vaivan vähentämiseksi) ja öljytilavuutta (massan ja vaihtokustannusten pienentämiseksi sekä jäteöljyn määrän vähentämiseksi), öljynkulutuksen vähentäminen (hiilivety päästöjen vähentämiseksi ja katalysaattorin likaantumisen vähentämiseksi) ja uudet pakokaasujen puhdistusmenetelmät (uudenlaiset katalysaattorit ja hiukkasloukut). ACEA-luokitukset pohjautuvat moottoritesteistä ja laboratorioanalyyseistä saatuun tietoon. (Exxon Mobil Corporation 2003, 11; Viitasalo 2009).

Alkuperäinen ACEA-luokitus on jaettu kolmeen pääryhmään:

- 1) Bensiinimoottoriöljyt (A)
- 2) Kevyen kaluston dieselmoottoriöljyt (B)
- 3) Raskaan kaluston dieselmoottoriöljyt (E)

Luokat ovat tarkemmin määriteltynä kuvassa 8.6.

ACEA-luokitus kuitenkin päivitettiin vuonna 2004, ja otettiin käyttöön pääasiassa vuonna 2005. Nykyisin käytetyssä ACEA-luokituksessa ovat bensiinimoottoriöljyjen ja kevyen kaluston dieselmoottoriöljyjen A- ja B-luokat yhdistetty A/B-luokiksi, ja lisäyksenä on uusi C-luokka bensiini- ja dieselkäyttöisille henkilö- ja pakettiautoille. Uusi C-luokka on katalysaattorien ja hiukkassuodattimien kannalta parempi. Myös raskaan kaluston dieselmoottoriöljyjen luokkia on lisätty. (Oy Teboil Ab, 10; Viitasalo 2009).

Lyhyesti nykyinen ACEA-luokitus:

- 1) Bensiinimoottoriöljyt ja kevyen kaluston dieselmoottoriöljyt (A/B)
- 2) Bensiini- ja dieselmoottoriöljyt kevyelle kalustolle jossa pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmä, ns. low SAPS-öljyt (C)
- 3) Raskaan kaluston dieselmoottoriöljyt (E)

Luokituksen ryhmät ovat tarkemmin eriteltynä kuvassa 8.7.

C-ryhmän öljyt ovat ns. low-SAPS öljyjä, joita käytetään ajoneuvoissa joissa on pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmä; kolmitoimikatalysaattori tai diesel-partikkelisuodatin. Low SAPS tulee sanoista low sulphated ash, phosphorus and sulphur, eli ts. pieni sulfaattituhka-, fosfori-, ja rikkipitoisuus. Tarkoituksena on vähentää mm. tuhkan kertymistä ja siten suojata moottoria ja lisätä suorituskykyä. (Castrol, Oy Teboil Ab, 10)

Low SAPS-öljyt eivät kuitenkaan välttämättä sovi kaikkiin koneisiin, joten sopivuus kannattaa ensiksi tarkistaa ajoneuvon käyttöohjekirjasta.

A1: Matalaviskositeettiset polttoainetaloudelliset öljyt
 A2: Perusvaatimus, normaalit vaihtovälit
 A3: Korkeammat vaatimukset viskositeetin pysymiselle, männän puhtaudelle ja öljyn haihtumiselle
 A4: Varattu kaasumoottoreille
 A5: Matalaviskositeettiset polttoainetaloudelliset öljyt. Pitkät vaihtovälit

B1: Matalaviskositeettiset polttoainetaloudelliset öljyt
 B2: Perusvaatimus, normaalit vaihtovälit
 B3: Korkeammat vaatimukset viskositeetin pysymiselle, männän puhtaudelle, nokka-akselin kulumiselle ja öljyn haihtumiselle
 B4: Suoraruiskutusdieselit
 B5: Matalaviskositeettiset polttoainetaloudelliset öljyt. Pitkät vaihtovälit

E1: Perusvaatimus, poistettu käytöstä 1999
 E2: Korkeammat vaatimukset, normaalit vaihtovälit
 E3: Moniasteöljyjä EURO 1 ja EURO 2 moottoreille vaihteleviin olosuhteisiin ja pidentetyille öljynvaihtoväleille. Paremmat kulumisen-, karstan- ja liejuuntumisenesto-ominaisuudet kuin luokan E2 öljyillä.
 E4: Vähän haihtuvia, leikkauskestäviä moniasteöljyjä, joiden kulumisenesto-ominaisuudet ovat vastaavat kuin E3 luokan öljyillä, mutta männän puhtausominaisuudet paremmat. Erittäin pitkille öljynvaihtoväleille.
 E5: huomioi myös amerikkalaisten moottorinvalmistajien vaatimukset. Kulumisenesto-ominaisuudet paremmat kuin E3:lla ja E4:llä, mutta männän puhtausominaisuudet samanlaiset kuin E3:lla, mutta huonommat kuin E4:llä. Erittäin pitkille öljynvaihtoväleille.

Moottoriöljyjen vertailu API:n ja ACEA:n välillä ei ole tarkasti mahdollista mm. erilaisien testausmenetelmien takia. Karkeassa vertailussa ACEA:n uusien luokkien öljyt ylittävät kuitenkin ominaisuuksiltaan vastaavat API:n korkeimmat öljyluokat täyttävät öljyt.

Kuva 8.6 Vanha ACEA-luokitus (Exxon Mobil Corporation 2003, 12)

Luokitusmerkinnät ovat seuraavat:

Bensiinimoottorit	A1, A2, A3 ja A5
Kevyt dieselkalusto	B1, B2, B3, B4 ja B5
Kevyt kalusto pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmillä	C1, C2 ja C3
Raskas dieselkalusto	E1, E2, E3, E4, E5, E6 ja E7

Kevyen kaluston bensiini- ja dieselmoottoriöljyt

A1/B1 öljyt ovat kevyen kaluston bensiini- ja dieselmoottoreihin suunniteltuja öljyjä. Öljyt ovat pienikiteisiä ja matalaviskositeettisiä ns. polttoaineensäästö-öljyjä. A1/B1 -luokan öljyjen käyttö ei ole sallittu kaikissa ajoneuvoissa. Soveltuvuus tarkistettava ajoneuvon huoltokirjasta.

A2/B2 öljyt on tarkoitettu normaalikäyttöön ja normaaleille öljynvaihtoväleille. Luokitus esiintyy lähinnä vanhemmissa ajoneuvoissa. Voidaan korvata A3/B3 -luokan öljyillä.

A3/B3 öljyt ovat kevyen kaluston bensiini- ja dieselmoottoreihin suunniteltuja öljyjä moottorivalmistajien pidennetyille öljynvaihtoväleille.

A3/B4 öljyt ovat A3/B3 -luokkaa vastaavia, mutta sopivat paremmin joihinkin suoraruiskutusdieselmoottoreihin. Voidaan käyttää ajoneuvoissa, joissa vaatimus A3/B3.

A5/B5 öljyt ovat pienikiteisiä ja matalaviskositeettisiä öljyjä pidennetyille vaihtoväleille. A5/B5 -luokan öljyjen käyttö ei ole sallittu kaikissa ajoneuvoissa. Soveltuvuus tarkistettava ajoneuvon huoltokirjasta.

C1 öljyt ovat ns. Low SAPS -öljyjä. Suorituskyvyltä vastaavat A5/B5 luokan öljyjä, mutta sisältävät huomattavasti vähemmän rikkiä, fosforia ja sulfaattituhkaa.

C2 öljyt ovat C1-luokkaa vastaavia, mutta rikki, fosfori ja sulfaattituhka pitoisuudet ovat suurempia.

C3 öljyt ovat suorituskyvyltään A3/B4 -luokkaa vastaavia, mutta sisältävät vähemmän rikkiä, fosforia ja sulfaattituhkaa.

Raskaan kaluston dieselmoottoriöljyt

E2 öljyt on tarkoitettu raskaan kaluston dieselmoottoreihin ajettaessa normaaleilla vaihtoväleillä.

E4 Pitkien öljynvaihtovälien erikoisöljy lähinnä Mercedes-Benzin ja MAN:n EURO 3 -moottoreihin. Ei sovellu moottoreihin, joissa on hiukkassuodatin.

E5 Useimmat moottorivalmistajat vaativat EURO 3 -moottoreissa E5-luokan öljyjä ajettaessa pidennetyillä öljynvaihtoväleillä. Virallisesti E5 on poistunut luokitus, jonka on korvannut E7.

E6 Huippuluokan moottoriöljy raskaan kaluston EURO 4 -dieselmoottoreihin ajettaessa pitkällä öljynvaihtoväleillä. Tarkoitettu autoihin, joissa on hiukkassuodatin.

E7 Erittäin korkean suorituskyvyn omaava pitkien vaihtovälien dieselmoottoriöljy EURO 3- ja 4-vaatimukset täyttäviin dieselmoottoreihin. Sopii myös vanhempaan kalustoon.

Kuva 8.7 Nykyinen ACEA-luokitus (Oy Teboil Ab, 10)

8.3 Bensiini- vs. dieselmoottoriöljy

Bensiini- ja dieselmoottoriöljyihin on kuten edellä mainittu erikseen omat öljynsä. Kuitenkaan syytä tähän ei varsinaisesti ole missään mainittu. Neste Oilin mukaan kuitenkin suurin ero näyttäisi olevan lisäaineistuksessa, muun muassa siksi että dieselmoottoriöljyissä muodostuu nokea, joka alkaa vaikuttaa hiovana komponenttina joutuessaan kahden metallipinnan väliin. Tämä dieselmoottoriöljyissä muodostuva noki halutaan siten pitää mahdollisimman hienojakoisena, jolloin sitä säädellään lisäaineilla. Tällöin myös dieseleissä oleva hiukkassuodatin ei tukkiudu, ja päästöt eivät ylitä sallittua rajaa. (Jofs Roy, Tiainen Petri 30.3.2010, suullinen tiedonanto).

9 Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen luokitukset

9.1 Viskositeettiluokitus, SAE

Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen viskositeettiluokitus on moottoriöljyjen viskositeettiluokituksen tavoin SAE:n luoma järjestelmä. Moottoriöljyjen tapaan ovat myös nämä jaettu kuuma- ja kylmäviskositeettiluokkiin. W-luokat (winter) eli kylmäluokat mitataan luokittain eri lämpötilassa ($-12\dots-55^{\circ}\text{C}$), kaikkien luokkien kuumaviskositeetti kuitenkin mitattaessa samassa lämpötilassa, eli $+100^{\circ}\text{C}$. Toisin sanoen kylmäviskositeettiluokkien viskositeetti mitataan sekä kylmässä että kuumassa, kun taas kuumaviskositeettiluokkien viskositeetti mitataan vain kuumassa. (Viitasalo 2009).

Viskositeettiluokat ovat: 70W, 75W, 80W, 85W, 90, 110, 140, 190 ja 250. Huomioitavaa luokituksissa on kuitenkin se, että vaikka SAE on nämä kaikki viskositeettiluokat määrittänyt, ovat markkinoilla olevat yksiasteiset öljyt viskositeettiluokkaa 90 ja 140. Kylmäluokista yleisimmät ovat 75W ja 80W. Moniasteisia öljyjä löytyy mm. 75W-90 ja 80W-90. Teboilin antamien tietojen mukaan ovat kuumaluokat 110 ja 190 melko uusia luokkia, suurin piirtein SAE:n 4 vuotta sitten eli vuonna 2006 määritettyjä. (Oy Teboil Ab, 11; Viitasalo 2009).

Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen viskositeettiluokkien numerointi ei kuitenkaan ole suora jatke moottoriöljyjen viskositeettiluokille, esimerkkinä että vaihteistoöljy SAE 90 vastaa viskositeetiltaan suurin piirtein moottoriöljyä SAE 40 ja SAE 50 vaikka viskositeettiluokan numero on selvästi suurempi. Vaihteistoöljyjen viskositeettiluokkien suuremmat numeroarvot ovat valittu siksi että tunnistaisi öljyn heti vaihteistoöljyksi viskositeettiluokan perusteella, eikä luulisi sitä moottoriöljyksi. SAE-luokat ovat lueteltuina kuvassa 9.1. (Viitasalo 2009).

SAE-luokka	Maksimilämpötila 150.000 cP:n viskositeetille	Viskositeetti cSt 100 °C Min/Max
70 W	-55	4,1 / -
75W	-40	4,1 / -
80W	-26	7,0 / -
85W	-12	11,0 / -
80		7,0 / <11,0
85		11,0 / <13,5
90		13,5 / <18,5
110		18,5 / <24,0
140		24,0 / <32,5
190		32,5 / <41,0
250		41,0 / -

Kuva 9.1 Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen SAE-luokitus (Oy Teboil Ab, 11)

9.2 Laatuluokitus, API

Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen laatuluokituksen on kehittänyt API (American Petroleum Institute), ja luokituksen tunnuskirjaimet ovat GL (gear lubricant). Tunnuskirjaimia seuraava numero ilmoittaa millaiseen käyttöön öljy soveltuu, kuten kuvasta 9.2 ilmenee. (Oy Teboil Ab, 11; Viitasalo 2009).

GL-1 Vaihteistoöljy, joka ei sisällä paineenkesto- eli EP- lisäaineita. Käytetään vaihteistoissa, joissa on alhaiset liukunopeudet.

GL-4 Melko runsaasti EP-lisäaineistettu öljy, jota käytetään useimpien autojen käsivalintaisissa vaihteistoissa.

GL-5 Erittäin runsaasti EP-lisäaineistettu öljy raskaaseen käyttöön. Useimpien nykyaikaisten autojen ja työkoneiden hypoidivetopyörästöihin, joissa esiintyy suuria nopeuksia, korkeita lämpötiloja ja iskumaisia kuormitushuippuja.

Kuva 9.2 Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen API-luokitus

(Oy Teboil Ab, 11)

Lisäksi on olemassa vielä yksi luokka joka on käytössä nykyään:

API GL-6: Käytetään raskaasti kuormitetuissa hypoidivetopyörästöissä jotka vaativat erikoisöljyä.

GL-1, GL-2 ja GL-3 – luokat ovat olleet olemassa mutta ajan myötä ovat jääneet pois käytöstä. Nykyään käytössä olevat API-luokat ovat siis GL-4, GL-5 ja GL-6. (Oy Teboil Ab, 11).

Öljyä valittaessa vaihteistoon tai vetopyörästöön on syytä käyttää nimenomaan suositeltua GL-luokan öljyä. Esimerkiksi käyttäessä GL-5-luokan öljyä vaihteistossa jonka suositus on GL-4, voi aiheuttaa synkronoinnin hidastumista tekemällä synkronointirenkaat liian liukkaiksi. On myös huomioitava, että API-luokitus ei koske automaattivaihteistoöljyjä. (Oy Teboil Ab, 11)

HUOM! Automaattivaihteistoöljyillä on ennen ollut yleisiä laatuluokituksia, mutta enää sellaisia ei ole käytössä vaan vaihteiston valmistaja määrää öljylle yleis- ja erityisvaatimukset.

10 Oikean öljyn valinta

10.1 Moottori- vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyn valinta

Suomessa ovat voiteluaineiden käyttöolosuhteet erityisen vaativat, johtuen vaihtelevista sää- ja kuormitusolosuhteista, joten oikeanlaisen voiteluaineen valinta on erityisen tärkeää. (Exxon Mobil Corporation 2003, 17).

Moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyä valittaessa on kiinnitettävä huomiota kahteen seikkaan: SAE-viskositeettiluokitukseen ja laatuluokitukseen. Sadeluokka valitaan käyttöolosuhteiden ja moottorin valmistajan suositusten mukaan. Moottoriöljyä valitessa moottorin kannalta parhaan vaihtoehdon kannalta on syytä valita öljy joka ylittää korkeimman laatuvaatimuksen. (Exxon Mobil Corporation 2003, 17).

Bensiinimoottoriöljyjen korkeimmat laatuvaatimukset ovat ACEA A3 ja API SL, henkilö- ja pakettiautojen dieselmoottoriöljyjen ACEA B3/B4 tai API CF-4/CF ja raskaan kaluston dieselmoottoriöljyjen ACEA E5 ja API CI-4. (Exxon Mobil Corporation 2003, 17).

Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen laatuvaatimukset on tarkistettava ohjekirjasta, merkkikorjaamolta tai öljy-yhtiöltä. Hyvän avun saa myös Neste Oilin ja Mobilin julkaisemista luetteloista, joissa on määritetty henkilö- ja pakettiautoille merkki- ja mallikohtaiset ensisijaiset ja ensimmäisen (joskus myös toisen) vaihtoehdon moottoriöljyt, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyt. Mikäli ajoneuvon ohjekirjasta kuitenkin löytyy valmistajan suositus, kannattaa ensisijaisesti noudattaa sitä.

10.2 Moottoriöljyn valinta moottorin käyttöiän mukaan

Moottoreiden käyttöiän ollessa suuri kannattaa sekin ottaa huomioon öljyä valittaessa. Imuventtiilien ja ohjaimien sekä männänrenkaiden välykset sylinterissä ja männissä ovat suurentuneet, ja männänrenkaiden puristusvoima heikentynyt. Laakerivälyksetkin ovat kasvaneet kulumisen seurauksena ja sylinterien seinämille roiskuu enemmän öljyä. Tällöin sylinterin yläosaan joutuva

öljymäärä kasvaa. Tästä juontuu sanonta ”väljä moottori”. Tällöin saattaa huomata että 20 vuotta sitten valmistajan suosittelema moottoriöljy onkin liian ohutta; öljy ei voitele tarpeeksi, öljynkulutus on kasvanut ja öljyä saa olla lisäälemässä vähän väliä. Myös sylinterin epätasainen kuluminen, naarmuuntuminen, tai männänrenkaiden katkeaminen lisää öljynkulutusta entisestään. Tällaisissa tapauksissa kannattaa valita hieman paksumpi moottoriöljy kuin mitä on suositeltu. Tämä vaikeuttaa ennestään kuluttajan valintaa. (Exxon Mobil Corporation 2003, 15).

11 Öljynvaihto

11.1 Miksi öljynvaihto?

Öljynvaihto takaa ajoneuvon varman toiminnan ja mahdollisimman pitkän, taloudellisen käyttöiän. Käytössä öljyn sekaan joutuu epäpuhtauksia jotka alkavat heikentää öljyn ominaisuuksia. Vaihtamalla öljy säännöllisin väliajoin ja käyttämällä korkealaatuisia öljyjä vältetään epäpuhtauksien aiheuttamilta haittavaikutuksilta. (Exxon Mobil Corporation 2003, 19).

Yhtä moottorissa palavaa polttoainelitraa kohden syntyy palamisjätteenä mm. litra vettä. Vesi voi sekoittua öljyyn, esim. kylmällä säällä kun moottori toimii alilämpimänä, vesihöyry tiivistyy vedeksi ja sekoittuu öljyyn. Vesi aiheuttaa öljyn vaahtoamista, sakkautumista, syöpymistä ja ruostumista. Öljyyn sekoittuneen veden tunnistaa öljyn harmaaksi muuttuneesta väristä. (Viitasalo 2009, Exxon Mobil Corporation 2003, 19).

Osa muista palamisjätteistä voi kulkeutua kampikammioon öljyn sekaan. Tällaisia palamisjätteitä ovat esim. noki, rikki ja lyijy-yhdisteet, jotka muodostavat yhdessä veden kanssa syövyttäviä happoja. Moottoriöljyn tehtävänä on neutraloida näitä happoja ja sitoa epäpuhtauksia jotka sittemmin saadaan ulos järjestelmästä vaihtamalla öljyt. (Exxon Mobil Corporation 2003, 20).

Paraskaan ilmansuodatin ei pysty suodattamaan jokaista hienojakoista pölyhiukkasta, joten myös pölyä kulkeutuu moottoriin. Pöly aiheuttaa kulumista, varsinkin sylinterin yläosassa, männissä ja männänrenkaissa. Pölyvävässä ajoympäristössä kannattaa siksi kiinnittää erityistä huomiota öljynvaihtoväliin. (Exxon Mobil Corporation 2003, 20).

Öljyyn kerääntyvien epäpuhtauksien ylittäessä suurimman sallitun pitoisuuden, seurauksena on karstan ja lietteen muodostuminen moottoriin. (Exxon Mobil Corporation 2003, 20).

11.2 Kuinka usein öljynvaihto tulisi suorittaa?

Autokaluston öljynvaihtoväli määritellään ajatun kilometrimäärän perusteella tai ellei kilometrimäärä täyty, suositellaan öljyt vaihdettavaksi kerran vuodessa. Autonvalmistajan suosittelu on merkitty auton ohjekirjaan. Ennen vaihtoväli oli 10 000-15 000 km, mutta uusissa autoissa vaihtoväli on useimmiten jo 20 000 km tai kerran vuodessa. Työkoneiden vaihtoväli määritellään käyttötuntien mukaan. (Exxon Mobil Corporation 2003, 21).

Esimerkiksi poikkeuksellisen raskaassa käytössä on vaihtoväliä kuitenkin syytä lyhentää. Koneen valmistaja, maahantuojaja tai öljy-yhtiö voi auttaa vaihtovälin määrittämisessä, ellei sitä ole jossakin valmiiksi annettu. Epäedullisissa olosuhteissa on mineraaliöljyjä käytettäessä lyhennettävä vaihtoväliä, koska ohjekirjassa ilmoitettu vaihtoväli on tarkoitettu ihanneolosuhteisiin. Synteettiset öljyt kestävät ja riittävät pidempään, mm. johtuen perusöljyn paremmasta laadusta. (Exxon Mobil Corporation 2003, 21).

Käyttöolosuhteet eivät vaikuta yhtä paljon vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyihin, kuin moottoriöljyihin. Talvikautena on kuitenkin suositeltavaa lyhentää vaihtoväliä. Jotkut autonvalmistajat kuitenkin uskovat että vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyille riittää vain lisäys, ja siitä johtuen ei edes aina tyhjennystulppaa ole olemassa. (Ikonen 26.5.2010, suullinen tiedonanto).

Öljynvaihdosta ja sen ajoituksesta selviää helpoiten noudattamalla autonvalmistajan suosituksia ja käyttäen maalaisjärkeä.

12 Öljyt ja polttoaineenkulutus

Moottoriöljyjen vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen ei ole ainakaan toistaiseksi saatavana kovin paljon tietoa. Markkinoilla on kuitenkin monia erimerkkisiä öljyjä jotka valmistajan mukaan vähentävät polttoaineen kulutusta. Tällainen on esimerkiksi Amsoil ASL synteettinen moottoriöljy 5W-30, ja System Vanelluksen täyssynteettinen vaihteisto-öljy raskaalle kalustolle Energear SHX 30 75W-85. (Amsoil, System Vanellus).

Kari Kulmala Neste Oiliilta on tehnyt tutkimuksen, jossa hän on mitannut moottoripenkissä ja kenttätesteillä eri moottoriöljyjen vaikutusta polttoaineen kulutukseen kahdella eri raskaan kaluston moottorilla, Volvon ja Scanian. Tutkimuksessa kävi ilmi että vaihtamalla 15W-40 moottoriöljy 0W-/5W-/ tai 10W-30 luokan moottoriöljyyn mahdollisesti noin 2 % pienemmän polttoaineen kulutuksen Volvon moottoreissa ja ≤ 1 % Scanian moottoreissa. Öljyillä on siis kuitenkin vaikutusta polttoaineen kulutukseen. (Kulmala, 16).

Castrol mainostaa heidän Elixion-öljyjensä edustavan uusinta Low Friction-teknologiaa, joka on kehitetty mukaan pienentämään ajoneuvon polttoaineenkulutusta. Castrolin mukaan Elixion moottoriöljyt tuovat jopa 4 % säästön polttoaineenkulutukseen, ja vaihtamalla mineraalivaihteisto- ja vetopyörästö-öljyt synteettisiin voiteluaineisiin saadaan vielä 1 % säästö. Castrol kertoo sivuillansa testanneensa Elixion öljyjä moottoripenkissä, radalla ja maantiellä, ja myös testanneet Elixionin suorituskykyä eri ajo-olosuhteissa. Kuitenkin 4 % säästö polttoaineenkulutuksessa pelkästään vaihtamalla moottoriöljy toiseen kuulostaa melko uskomattomalle, joten tietoa voidaan pitää melko optimistisena. (Castrol).

13 Öljy ja ympäristö

Käytetty öljy on ongelmajätettä, jota ei saa päästää maahan, vesistöihin tai viemäriverkostoon. Jäteöljyn väärästä käsittelystä aiheutuvat ympäristöä koskevat haitat ovat yleensä pitkäaikaisia ja selvästi havaittavissa. Varsinkin

vesistöihin päästessä öljy voi saada aikaan suurta tuhoa, josta kärsii niin ihmiset kuin myös vesikasvit ja muut eläimet. Yksi litra öljyä pilaa miljoona litraa vettä juomakelvottomaksi! (Exxon Mobil Corporation 2003, 30).

Jäteöljyn hävittäminen polttamalla on sallittua ainoastaan viranomaisten luvalla. Jäteöljyn avopoltto on täysin kiellettyä. Käytetty voiteluaine tulee toimittaa kunnan ongelmajätteen vastaanotto paikalle, minkä jälkeen jätteen edelleen käsittely ja hävittämisvastuu siirtyy ao. kunnalle. (Exxon Mobil Corporation 2003, 30).

14 Yhteenveto

Voiteluaineet koostuvat siis perusöljystä, joka määrää melko pitkälle voiteluaineen viskositeetti ominaisuudet, ja lisäaineista. Perusöljyjä on olemassa kolmea eri tyyppiä; mineraaliöljypohjaiset, VHVI- ja EHVI – mineraalipohjaiset öljyt jotka ovat ominaisuuksiltaan kuitenkin synteettisen kaltaiset ja itse synteettiset. Lopullinen voiteluaine voi myös olla monen eri perusöljyn sekoitus, josta tulee nimitykset ”osa”- ja ”puolisyntheettinen”. Perusöljyn ja siihen lisättävien lisäaineiden valintaan vaikuttavat mm. käyttötarkoitus, laatu- ja hintaluokka ja eri perusöljyjen ja lisäaineiden yhteensopivuus. Korkealaatuinen voiteluaine voidaan valmistaa valitsemalla korkealaatuinen perusöljy vähäisellä lisäaineistuksella, tai valitsemalla huonompilaatuinen perusöljy suuremmalla lisäaineistuksen määrällä.

Öljyjä koskevat erilaiset luokitukset; viskositeettiluokitukset ja laatuluokitukset. Viskositeettiluokitukset kertovat öljyn viskositeetista ja laatuluokitukset kertovat öljyn suorituskyvystä. Moottoriöljyillä ja vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyillä on erilliset viskositeetti- ja laatuluokitukset.

Moottoriöljyjen viskositeetti ilmaistaan SAE-luokituksella, jossa moottoriöljyt ovat jaettu luokkiin 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, 20, 30, 40, 50 ja 60. Moottoriöljyjen laatuluokituksia on olemassa kaksi erilaista; Amerikkalainen API-luokitus ja eurooppalainen ACEA-luokitus.

Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen viskositeetti ilmaistaan myös SAE-luokituksella, jossa öljyt ovat jaettu luokkiin 70W, 75W, 80W, 85W, 80, 85, 90, 110, 140, 190 ja 250. Numerointi on vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen SAE-luokituksessa selvästi korkeampi kuin moottoriöljyjen SAE-luokituksessa, jotta huomaisi helposti kummasta öljystä on kyse. Vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen laatuluokitus ilmaistaan API-luokituksella.

LÄHTEET

Amsoil-öljyt. Viitattu 27.4.2010. http://www.normax.net/html/body_amsoil-oljyt.html

Castrol. Viitattu 30.3.2010.

<http://www.castrol.com/castrol/sectiongenericarticle.do?categoryId=8412007&contentId=7042171>

Exxon Mobil Corporation, 2003, Oikea voitelu, 11/2003, Espoo.

Kulmala Kari, Voiteluaineiden vaikutus raskaiden ajoneuvojen polttoaineen kulutukseen. Viitattu 2.3.2010.

http://www.motiva.fi/files/1015/Voiteluaineet_Kulmala.pdf

Opetushallitus, 4. Voiteluaineet: Lisäaineet. Viitattu 25.4.2010.

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e04_voiteluaineet_lisa-aineet.html, [Etusivu](#) > [Mekaniikka](#) > 4. Voiteluaineet: Lisäaineet.

System Vanellus, Voimansiirto-öljyt. Viitattu 27.4.2010.

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/lubricants/bp_finland/STAGING/local_assets/downloads/u,v/Bp_gear_esite_fin.pdf

Oy Teboil Ab, Voiteluaineet

Viitasalo Jari, 2009. Poltto- ja voiteluainetekniikka oppimateriaali.