



Onni Harinen

Ajoneuvotekniikassa käytettävät voiteluaineet ja niiden elinkaaret

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

6.10.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Onni Harinen
Otsikko:	Ajoneuvotekniikassa käytettävät voiteluaineet ja niiden elinkaaret
Sivumäärä:	33 sivua
Aika:	6.10.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Ajoneuvojen jälkimarkkinointi
Ohjaaja:	Lehtori Heikki Parviainen

Tässä työssä tutkittiin ajoneuvotekniikassa käytettäviä voiteluaineita sekä niiden ominaisuuksia, luokituksia ja elinkaarta. Työn sisältämä tieto perustuu tutkinto-ohjelman poltto- ja voiteluaineiden opetusosuuteen, aiheeseen liittyvään tietokirjallisuuteen sekä erinäisiin verkosta löytyviin lähteisiin. Työssä selvitettiin tribologian käsitettä, voiteluaineiden keskeisiä ominaisuuksia ja fysikaalisia suureita, voiteluaineiden valmistusta ja jalostusta sekä moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyjen keskeisiä vaatimuksia ja luokituksia. Lisäksi siinä tarkasteltiin öljyn elinikään vaikuttavia tekijöitä ja arvioitiin kestävän öljynvaihtovälin pituutta kullekin käyttökohteelle.

Olellaisin havainto oli se, että öljyjen vaihtovälin pituuden sitominen aikaan tai tiettyyn kilometrilukemaan ei ajoneuvon käyttöolosuhteiden vaihtelevuuden vuoksi ole optimaalinen tapa määrittää öljynvaihdon tarpeellisuutta, vaan sen tulisi perustua öljyn kuluneisuuteen ja elinikään. Työn on tarkoitus toimia perusoppaana voiteluaineiden ominaisuuksiin ja niiden vaatimuksiin kussakin käyttökohteessa. Lisäksi sitä voidaan käyttää ajoneuvojen jälkimarkkinointitoiminnassa, esimerkiksi korjaamon myyntiargumenttina.

Avainsanat: voiteluaine, öljynvaihto, öljyn elinikä, öljyn kuluneisuus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Onni Harinen
Title: Automotive Lubricants and Their Lifecycles
Number of Pages: 33 pages
Date: 6. October 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: After Sales Automotive Engineering
Supervisor: Heikki Parviainen, Lecturer

This thesis examines lubricants used in automotive technology, focusing on their properties, classifications, and lifecycle. The information presented in the work is based on the fuel and lubricant sections of the degree program, relevant technical literature, and various online sources.

The study explores the concept of tribology, the key characteristics and physical properties of lubricants, their production and refining processes, and the main requirements and classifications of engine, transmission, and differential oils. Additionally, it investigates factors affecting oil lifespan and assesses sustainable oil change intervals for each application.

The most essential conclusion is that basing oil change intervals on fixed timeframes or specific mileage is not an optimal method for determining the need for an oil change, due to the varying operational conditions of vehicles. Instead, it should rely on the wear and remaining lifespan of the oil.

This thesis is intended as a basic guide on lubricant properties and requirements for each application. It can also be utilized in automotive after-sales, for example, as a sales argument in automotive services.

Keywords: Lifespan of oil, lubricant, oil change, wear of oil

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tribologia käsitteenä	2
2.1	Kitka ja kuluminen	2
2.2	Voitelevuus	4
3	Voiteluaineiden ominaisuudet ja suureet	4
3.1	Tiheys	5
3.2	Viskositeetti	5
3.3	Viskositeetti-indeksi	5
3.4	Leimahdus- ja syttymispiste	5
3.5	Jähmepiste	6
3.6	Happamuus	6
3.7	Voiteluaineiden luokittelu	6
4	Voiteluaineiden jalostus ja valmistus	7
4.1	Mineraalipohjaisten voiteluaineiden valmistus	7
4.2	Synteettisten ja osasynteettisten voiteluaineiden valmistus	7
4.3	Lisäaineet	8
5	Moottoriöljyjen ominaisuudet ja luokitukset	9
5.1	Perusöljyt	9
5.2	Moottoriöljyjen voitelukohteet ja voitelevuusvaatimukset	10
5.3	Luokitukset	10
5.3.1	SAE-luokitus	11
5.3.2	API-luokitus	12
5.3.3	ACEA-luokitus	15
6	Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen ominaisuudet ja luokitukset	16
6.1	Perusöljyt	16
6.2	Luokitukset	17
6.2.1	SAE-luokitus	17
6.2.2	API-luokitus	18

6.3	Manuaalivaihteisto- ja voimansiirtoöljyt	19
6.4	Kaksoiskytkinvaihteistoöljyt	20
6.5	Automaattivaihteistoöljyt	20
7	Öljyn kuluminen ja öljynvaihdot	21
7.1	Öljyn elinikä	21
7.2	Viskositeetti- ja lämpötilaominaisuuksien muutokset	21
7.3	Hapettuminen	22
7.4	Partikkelikontaminaatio	22
7.5	Öljynvaihtovälit	23
7.5.1	Moottoriöljyjen vaihtovälit	24
7.5.2	Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen vaihtovälit	26
8	Öljyt ja ympäristö	28
8.1	Moottoriöljyn ympäristövaikutukset	28
8.2	Öljyjätteet ja niiden hävittäminen	29
8.3	Öljyjen varastointi	29
9	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

Lyhenteet

- ACEA: *Association des Constructeurs Européens d'Automobiles*. Euroopan unionin autoteollisuuden keskeisin standardointijärjestö. Järjestöön kuuluu valtaosa maailman suurimmista ajoneuvo- ja polttomoottorivalmistajista.
- API: *American Petroleum Institute*. Yhdysvaltain suurin öljy- ja maakaasuteollisuuden kauppajärjestö, joka organisoii ja ylläpitää poltto- ja voiteluainetekniikan erilaisia standardeja sekä sertifikaatteja.
- EP: *Extreme Pressure*. Vaihteistoöljyjen paineensieto-ominaisuuksia parantavien lisäaineiden nimitys.
- PAG: Polyalfaglykoli. Synteettisissä voiteluaineissa käytettävä perusöljy.
- PAO: Polyalfaolefiini. Synteettisissä voiteluaineissa käytettävä hiilivety-pohjainen perusöljy.
- SAE: *Society of Automotive Engineers*. Maailmanlaajuinen ammatti- ja standardointijärjestö. SAE on luonut ajoneuvotekniikan viskositeetti-perusteisen luokituksen.
- TBN: *Total base number*. Kuvaa öljyn lisäaineistuksella siihen aikaansaadun emäsvarauksen määrää.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä tutkitaan ajoneuvotekniikassa käytettäviä voiteluaineita ja niiden ominaisuuksia. Työn tavoitteena on tarkastella voiteluaineiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, etsiä optimaalista öljynvaihtoväliä sekä tarkastella öljyn elinkaarta. Sen on tarkoitus toimia perusoppaana ajoneuvotekniikan voiteluaineisiin sekä niiden ominaisuuksiin ja vaatimuksiin eri käyttökohteissa.

Lisäksi työssä analysoidaan ajoneuvojen öljynvaihtovälejä ja etsitään kestävämpiä ja ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja, jotka perustuvat ajoneuvon käyttöolosuhteisiin sekä öljyn laadun muutokseen sen elinkaaren aikana. Työn tuloksia voidaan käyttää esimerkiksi huolto- ja korjaamotoiminnan myyntiargumentteina ja hyödyntää myös voiteluaineiden myynti- ja maahantuontiyrityksissä. Työn sisältämä tieto perustuu tutkinto-ohjelman poltto- ja voiteluaineiden opetusosuuteen, aiheeseen liittyvään tietokirjallisuuteen sekä erinäisiin verkosta löytyviin lähteisiin.

Voiteluaineet ovat äärimmäisen keskeisessä roolissa mekaanisten laitteiden, esimerkiksi moottorien ja vaihteistojen toiminnassa. Niiden pääsääntöisinä tehtävinä on esimerkiksi vähentää kitkaa koneenosien välillä, siirtää tehoa ja jäähdyttää komponentteja. Lisäksi ne suojaavat koneiden metalliosia korroosiolta ja likaantumiselta. Nykyaikana monet valmistajat käyttävät autoissa tietynlaisia öljyjä polttoaineenkulutuksen vähentämiseksi, koska öljyjen ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa myös moottorin hyötysuhteeseen.

2 Tribologia käsitteenä

Tribologia on mekaniikan ala, joka käsittelee toistensa kanssa kosketuksissa olevia ja suhteellisessa liikkeessä olevia pintoja. Siinä tutkitaan siis kahden kappaleen pintojen toisiinsa hankaamista sekä voideltuna että ilman voitelua. Tribologia käsittelee fysikaalisia ominaisuuksia ja ilmiöitä. Näitä ovat kitka, kuluminen ja voitelevuus. (*lubrication*). (Kassfeldt ym. 2014: 3.)

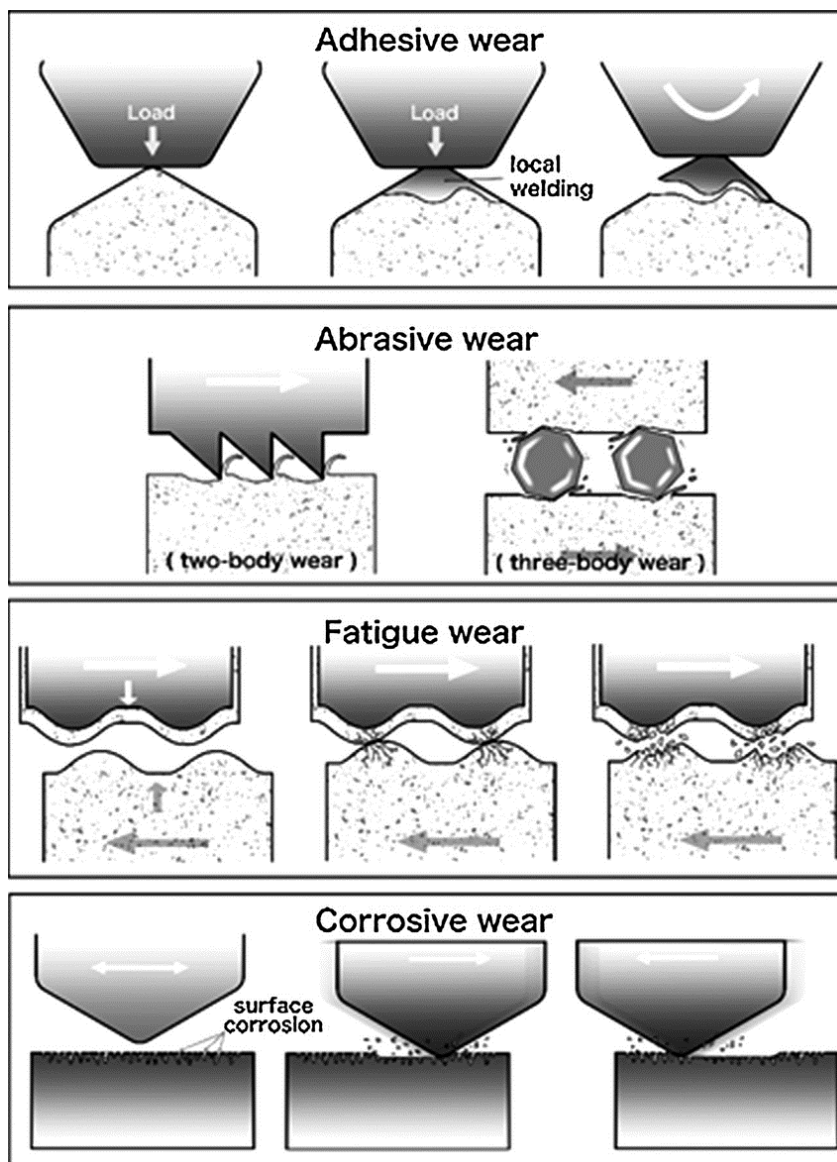
Tribologian tutkiminen ja siihen sisältyvien ominaisuuksien kehittäminen on yksi keskeisimmistä tekijöistä modernissa moottori- ja konetekniikassa. Koneenosien hyvät tribologiset ominaisuudet parantavat koneen tehokkuutta ja pidentävät sen käyttöikä. Lisäksi ne ovat keskeisessä roolissa moottorien tuottamien kasvihuonekaasu- ja hiukkaspäästöjen määrän vähentämisessä.

2.1 Kitka ja kuluminen

Kitka on kahden eri kosketuspinnan välinen, liikettä tai liikkeen alkamista vastustava voima. Nesteissä esiintyvää sisäistä kitkaa kutsutaan viskositeetiksi. Kitka jaetaan tyypillisesti kahteen eri lajiin; liike- ja lepokitkaan. Liikekitka tarkoittaa sitä kitkavoimaa, joka vastustaa pintojen liikettä. Se siis hidastaa pintaa pitkän liikkuvan kappaleen liikettä, mikäli kappaleeseen ei kohdistu kitkavoimaa ylittävää ulkoista voimaa. Lepokitkalla tarkoitetaan liikkeen alkamista vastustavaa kahden pinnan välistä voimaa. Liike- ja lepokitkan lisäksi vierivän kappaleen ja staattisen pinnan välistä vierintävastusta tarkastellaan vierimiskitkana.

Tribologiassa kitkaa tarkastellaan kahdella tapaa; kuiva- ja viskoosikitkana. Kuivakitka tarkoittaa nimensä mukaisesti kuivien pintojen välistä kitkaa, kun taas viskoosikitka voideltujen pintojen välistä kitkaa. (Kassfeldt ym. 2014: 8.) Yleisesti ottaen saman materiaaliparin välinen kitkakerroin on kuivakitkan tapauksessa suurempi kuin viskoosikitkan. Kitkan aiheuttamia keskeisiä haittapuolia moottori- ja konetekniikassa ovat muun muassa kuluminen, lämmönkehitys ja melu. Näitä haittapuolia vähennetään voiteluaineilla.

Tribologinen kuluminen on kitkan aikaansaamaa materiaalin häviämistä kappaleiden kosketuspinnoilta. Tribologinen kuluminen voi olla eroosiivista, abrasiiivista, adhesiivista, korrosiivista tai materiaalin pinnan väsymisestä johtuvaa. (Kassfeldt ym. 2014: 12.) Tribologisen kulumisen suuruusaste riippuu materiaalipareista ja niiden välisen kitkan suuruudesta. Lisäksi siihen vaikuttaa pintojen kemialliset olosuhteet, sillä jotkin aineet edistävät hankausta ja heikentävät materiaalin pintaa.



Kuva 1. Tribologinen kuluminen (Kumar 2022).

Kosketuspintojen tribologisen kulumisen astetta tarkastellaan kulumisen muutoksena ajan suhteen. Komponenttien ja koneenosien kulumisen voidaan jakaa neljään vaiheeseen: sisäänajoon, matalaan kuluneisuuteen, korkeaan kuluneisuuteen ja hajoamispisteeseen. (Kassfeldt ym. 2014: 13.)

2.2 Voitelevuus

Voiteluaineiden käytöllä tribologisessa systeemissä on monta eri syytä ja tavoitetta. Näitä ovat esimerkiksi liikkuvien pintojen välisen kosketuksen vähentäminen, lämmön- ja tehonvälitys, kitkan pienentäminen sekä kulumisen ja korroosion vähentäminen. Näiden tavoitteiden täyttymiselle keskeinen voiteluaineen ominaisuus on sen muodostaman voitelukalvon paksuus kussakin kosketuspinnassa.

Tämä voitelukalvon muodostuminen ja sen oikeanlainen paksuus eri olosuhteissa on perusta voiteluaineiden suunnittelulle ja valinnalle. Moottori- ja konekohtaiset voiteluainesuositukset perustuvat tribologiaan, ja tietyt voiteluaineet on suunniteltu toimimaan tietyissä käyttökohteissa. Tämän takia esimerkiksi oikean moottoriöljyn käyttöä pidetään usein tehdastakuun piirissä olevan moottorin takuun ehdottomana edellytyksenä.

3 Voiteluaineiden ominaisuudet ja suureet

Ajoneuvotekniikassa käytettävät voiteluaineet koostuvat eri komponenteista, jotka tavallisesti jaetaan perusöljyihin ja lisäaineisiin. Perusöljyllä tarkoitetaan voiteluaineen ”runkoa”, jonka ominaisuudet ovat voitelun lähtökohtia. Perusöljyt voidaan jaotella valmistusprosessin mukaisesti kahteen luokkaan: mineraalipohjaisiin ja synteettisiin. Mineraalipohjaiset öljyt on valmistettu raakaöljystä, ja synteettiset öljyt valmistetaan kemiallisen prosessin kautta, eivätkä ne siten sisällä raakaöljyä.

Perusöljyjen eri ominaisuuksia parannetaan lisäaineiden avulla. Paranneltavia ominaisuuksia ovat muun muassa viskositeetti-indeksi, voitelevuus ja

kylmäominaisuudet. Lisäaineilla voidaan myös estää öljyä vaahtoamasta ja parantaa sen puhdistuskykyä. Lisäaineistus vaikuttaa olennaisesti voiteluaineen toimintaan ja sen muihinkin ominaisuuksiin.

3.1 Tiheys

Tiheys on suure, joka kuvaa jonkin aineen massaa tiettyä tilavuutta kohden. Ajoneuvotekniikassa käytettävien voiteluöljyjen tiheydet vaihtelevat välillä 700–950 kg/m³. Voiteluaineissa tiheyteen vaikuttavat esimerkiksi perusöljyn laatu ja jäykkyys sekä lisäaineistus. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 8.)

3.2 Viskositeetti

Viskositeetilla tarkoitetaan nesteen juoksevuutta, ja se kuvaa nesteen sisäistä kitkaa. Käytännössä mitä korkeampi viskositeetti, sitä jäykempää kyseinen neste on. Viskositeettia kuvaavia yksiköitä ovat senttistoki, cSt (kinemaattinen viskositeetti) ja senttipoisei, cP (dynaaminen viskositeetti). Senttistoki perustuu öljyn sisäisen kitkan voittamiseen tarvittavan voiman suuruuteen, kun taas senttipoisilla ilmaistaan öljyn sisäistä kitkaa matalissa lämpötiloissa. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 8.)

3.3 Viskositeetti-indeksi

Nesteen viskositeetti on lämpötilariippuvainen suure, ja siksi esimerkiksi öljyjen viskositeetti ilmoitetaan tietyssä lämpötilassa mitattuna. Yleisesti ottaen voiteluaineet ohenevat lämpötilan noustessa. Tätä ohenemista kuvataan viskositeetti-indeksillä. Mitä voimakkaampaa oheneminen on, sitä pienempi on sen viskositeetti-indeksi.

3.4 Leimahdus- ja syttymispiste

Leimahduspiste kuvaa voiteluaineen paloherkkyyttä. Leimahduspisteellä tarkoitetaan lämpötilaa, jossa voiteluaineesta höyrystyvät syttyvät kaasut leimahtavat

avoliekestä palamaan. Syttymispiste taas on lämpötila, josta ylöspäin voiteluaineesta höyrystyvät kaasut syttyvät palamaan vähintään viideksi sekunniksi. Tyypillisesti syttymispiste on 10–50 °C korkeampi, kuin leimahduspiste. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 8).

3.5 Jähmepiste

Voiteluaineet jäykistyvät lämpötilan laskiessa. Sitä lämpötilaa, jonka jälkeen voiteluaine ei enää virtaa oman painonsa ansiosta, kutsutaan jähmepisteeksi. Jähmepiste on riippuvainen voiteluaineen viskositeetista ja sen molekyyliominaisuuksista. Siihen voidaan myös vaikuttaa lisäaineistuksella.

Jähmepiste on ongelma parafiinisilla ja nafteenisilla mineraalipohjaisilla öljyillä. Tämä johtuu niiden sisältämästä vahasta, joka erottuu öljystä kiteinä lämpötilan laskiessa. Nämä kiteet muodostavat öljyn virtaamista vastustavan rakenteen, jonka vuoksi öljy jähmettyy. Synteettiset öljyt eivät sisällä vahaa, ja ovat tämän ansiosta paljon notkeampia kylmissäkin olosuhteissa. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 10.)

3.6 Happamuus

Polttoaineen palamisen seurauksena moottoriöljyn sekaan päätyy happamia yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa korroosiohaittoja moottorissa. Happamuutta säädelään muun muassa lisäaineilla, jotka nostavat sen emäksisyyttä. Emäksisyyttä, tarkemmin emäsvarauksen määrää, kuvataan kokonaisemäsluvulla TBN. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 10.) Voiteluaineen happamuus muuttuu olennaisesti öljyn kuluessa, ja sitä voidaan pitää myös kulumisen indikaattorina.

3.7 Voiteluaineiden luokittelu

Voiteluaineita on niiden erilaisten ominaisuuksien vuoksi syytä luokitella vastaamaan erilaisten käyttökohteiden vaatimuksia. Ne voidaan jaotella esimerkiksi

perusöljytyypin mukaan mineraalipohjaisiin, osasynteettisiin ja synteettisiin öljyihin. Tämän lisäksi öljyjä jaotellaan ominaisuuksien perusteella viskositeetin mukaan (SAE) tai puhtaasti suorituskyvyn mukaan (ACEA, API). Myös ajoneuvovalmistajilla voi olla omat voiteluaineluokituksensa. Luokituksista kerrotaan lisää eri voiteluainetyyppejä käsittelevissä luvuissa 4 ja 5.

4 Voiteluaineiden jalostus ja valmistus

4.1 Mineraalipohjaisten voiteluaineiden valmistus

Mineraali- eli raakaöljypohjaisten perusöljyjen valmistus perustuu kemianteollisuuden prosesseihin, pääsääntöisesti raakaöljyn monivaiheiseen tislamiseen. Raakaöljy sisältää sellaisenaan runsaasti erilaisia hiilivety-yhdisteitä, joita tislauksprosesseissa erotetaan toisistaan. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 4.)

Näitä yhdisteitä on kolmea päätyyppiä: nafteenisia, aromaattisia ja parafiinisia, joista jälkimmäisin jaetaan lisäksi normaali- ja isoparafiinisiin. Parafiiniset öljyt ovat voiteluaineina parhaita. Valmistusprosessissa öljystä poistetaan myös ainesosia, jotka heikentävät sen ominaisuuksia. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 4.) Tislauksen lisäksi valmistusprosessin vaihteita ovat aromaattien ja vahan poisto sekä niin kutsuttu viimeistelyvaihe, jossa muuten valmiista raakaöljystä poistetaan viimeiset epäpuhtaudet. (How are lubricants produced).

4.2 Synteettisten ja osasynteettisten voiteluaineiden valmistus

Synteettiset perusöljyt valmistetaan kemiallisesti synteesisillä, eli ne eivät ole raakaöljypohjaisia. Synteettiset perusöljyt voivat olla hiilivety-, esteri- tai polyalkyleeniglykolipohjaisia. Synteettisten perusöljyjen keskeinen ominaisuus on niiden puhtaus. Koska ne valmistetaan ”rakentamalla” eri ainesosista, ne eivät sisällä läheskään yhtä paljoa epäpuhtauksia kuin mineraalipohjaiset perusöljyt. Niiden ominaisuudet ovat huomattavasti stabiilimpia. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 7.)

Laajimmin käytettyjä synteettisiä perusöljyjä ovat polyalfaolefiini (PAO)- tai esteripohjaiset öljyt. PAO-öljyt valmistetaan öljyn tislauksen sivutuotteena syntyvän eteenikaasun jatkojalosteista. Esteripohjaisten aineiden valmistus perustuu esterireaktioon, eli hapon ja alkoholin väliseen reaktioon, jossa syntyy tuotteina esteriä ja vettä. Estereitä voidaan käyttää synteettisten voiteluaineiden perusöljynä tai niiden lisäaineena. Esterit ovat hinnaltaan PAO-öljyjä kalliimpia, jonka takia niitä käytetään useammin lisäaineina lopullisen tuotteen hinnan kohuullistamiseksi. (How are lubricants produced.)

Synteettisesti valmistettuja polyalkyleeniglykolipohjaisia öljyjä eli PAG-öljyjä käytetään ajoneuvotekniikassa lähinnä ilmastointilaitteiden kompressorioiljynä. PAG-öljyillä on korkea viskositeetti-indeksi sekä hyvät voitelevuus- ja lämmönkesto-ominaisuudet. Huonon syttyvyytensä takia niitä käytetään voitelukohteissa, joissa esiintyy äärimmäisen korkeita lämpötiloja pitkäaikaisesti. (Beatty & Greaves 2006.) Eri perusöljytyyppien käytöllä saavutetaan tiettyjä voiteluaineilta haluttavia ominaisuuksia.

4.3 Lisäaineet

Sekä mineraalipohjaisten että synteettisten perusöljyjen lisäksi voiteluaineissa käytetään lisäaineita. Lisäaineistuksella parannetaan öljyjen käyttöominaisuuksia siten, että ne pystyvät tarjoamaan mahdollisimman hyvän voitelevuuden moottorissa tai vaihteistossa mahdollisimman monissa eri olosuhteissa.

Lisäaineistuksen käytöllä pyritään minimoimaan perusöljyjen epäsuotuisia ominaisuuksia, kuten vaahtoutumista. Tyypillisesti lisäaineistuksella pyritään myös vaikuttamaan voiteluaineen kestävyteen eri olosuhteissa, kuten kylmyyden sietämiseen ja hapettumisen estämiseen. Lisäksi sillä voidaan vaikuttaa esimerkiksi lopullisen voiteluaineen viskositeetti-indeksiin. Modernien voiteluaineiden ominaisuudet ovat parantuneet synteettisten öljyjen käytön yleistymisen myötä. Toinen keskeinen edistysaskel on lisäaineistuksen käyttö.

5 Moottoriöljyjen ominaisuudet ja luokitukset

5.1 Perusöljyt

Moottoriöljyjen pääkomponentti eli perusöljy voi olla mineraali- eli raakaöljypohjaista tai synteettisesti tuotettua. Perusöljy muodostaa voiteluaineen "rungon", ja sen ominaisuuksia muokataan lisäaineilla. Molemmilla öljytyypeillä on omat käyttökohteensa ja sovelluksensa, eivätkä ne välttämättä sovellu käytettäväksi kaikissa moottoreissa.

Mineraalipohjaiset öljyt virtaavat synteettisiä öljyjä hitaammin, mikä tarkoittaa, että moottorin on tehtävä enemmän työtä öljyn sisäisen kitkan voittamiseksi. Tämä lisää moottorin polttoaineenkulutusta ja heikentää sen hyötysuhdetta. Mineraaliöljyt soveltuvatkin parhaiten vanhempiin ajoneuvoihin, joissa komponenttien toleranssit ovat suurempia. Lisäksi hitaamman virtaavuutensa vuoksi mineraaliöljyt suoriutuvat heikommin kylmissä olosuhteissa. (What are the differences between synthetic oils and mineral oils?)

Synteettiset öljyt tarjoavat useita etuja mineraaliöljyihin verrattuna ja ovat siksi laajemmassa käytössä nykyaikaisissa ajoneuvoissa. Ne sisältävät vähemmän epäpuhtauksia, ja niiden ominaisuuksia voidaan parantaa kemiallisesti. Synteettiset öljyt virtaavat erinomaisesti matalissa lämpötiloissa, ja niiden viskositeetti pysyy vakaana myös korkeissa lämpötiloissa, jolloin ne eivät ohene yhtä helposti. Synteettisillä öljyillä on myös pidempi käyttöikä: ne karstoittavat moottoria vähemmän ja parempien virtaus- ja lämpöominaisuuksiensa ansiosta ne myös mahdollistavat moottorin osissa pienemmän kulumisen. (What are the differences between synthetic oils and mineral oils?)

Synteettisten öljyjen huomattavasti stabiilimmat ominaisuudet mahdollistavat paremman hyötysuhteen ja sitä kautta pienemmän polttoaineenkulutuksen. Nykypäivän ajoneuvoissa polttoaineenkulutukseen vaikutetaankin paljon esimerkiksi moottoriöljyn virtausominaisuuksilla, erityisesti viskositeetilla.

5.2 Moottoriöljyjen voitelukohteet ja voitelevuusvaatimukset

Moottoriöljyn toiminta perustuu tribologiseen voitelevuuteen ja kitkan vähentämiseen. Sen keskeisin tehtävä on muodostaa öljykalvo koneenosien väleihin ja niiden kosketuspintoihin. Öljykalvon paksuuteen ja stabiiliuteen vaikuttavat öljyn viskositeetti- ja kulumisenesto-ominaisuudet sekä lisäaineet. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 20.) Öljyn on pysyttävä kylmänä riittävän ohuena, mutta samanaikaisesti kuumana tarpeeksi paksuna, jotta sen voitelevuus on moottorin lämpösykleissä mahdollisimman tasaista.

Moottoriöljyjen ominaisuuksien stabiiliuden nousu on saatu aikaan laajalti synteettisten moottoriöljyjen käytöllä, sillä ne ohenevat huomattavasti mineraalipohjaisia öljyjä vähemmän korkeissa lämpötiloissa. Kuumana moottoriöljyn muodostamaa öljykalvoa voidaan vahvistaa esimerkiksi lisäaineistuksella. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 20.)

Jäähdytyksen ja kulumisen vähentämisen lisäksi moottoriöljyn on pystyttävä puhdistamaan komponentteja niiden pinnalle päätyvästä liasta. Öljyihin lisätään puhdistavia ja hajauttavia lisäaineita, joiden avulla esimerkiksi mänttiin ja männänrenkaiseen muodostuva karsta saadaan irrotettua ja hajotettua niin pieniksi partikkeleiksi, ettei se tuki öljykiertoa tai suodatinta. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 21.) Voitelun lisäksi öljyllä voi olla moottorin mekaaniseen toimintaan liittyviä vaatimuksia ja käyttökohteita. Näitä ovat esimerkiksi öljynpaineella toimiva hydraulinen jakoketjun kiristin sekä hydrauliset venttiilinnostimet.

5.3 Luokitukset

Moottoriöljyjä luokitellaan monella eri tavalla. Tunnetuimpia ja yleisimmin käytettyjä luokituksia ovat SAE-, API-, ja ACEA-luokitukset. Luokituksilla on omat vaatimuksensa, jotka voiteluaineiden on täytettävä. Luokitukset perustuvat voiteluaineille tehtyihin testeihin ja kokeisiin.

Myös ajoneuvovalmistajilla on omia luokituksia moottoriöljyjen laadulle. Esimerkiksi Volkswagen Groupilla ja Toyotalla on omat luokituksensa. Näiden luokitusten ehdot täyttävät öljyt soveltuvat käytettäväksi moottoreissa, joissa vaaditaan kyseisen luokituksen mukaista öljyä. Huomattavaa on kuitenkin, että SAE- ja API- tai ACEA-luokituksiltaan vaatimukset täyttävät öljyt ovat useimmiten yhtä lailla sopivia.

5.3.1 SAE-luokitus

SAE-luokitus on yhdysvaltalaisen Society of Automotive Engineers -järjestön luoma viskositeettiluokitus. Luokitus jakaa viskositeetit kuuteen talvi- ja kahdeksaan kesäsakeusluokkaan, ja se perustuu täysin voiteluaineen viskositeettiin. Talvisakeusluokka merkitään W-kirjaimella luvun jälkeen. Kesäsakeusluokat on määritelty kahdella tavalla: kinemaattisen viskositeetin perusteella 100 °C:ssa ja dynaamisen viskositeetin perusteella 150 °C:ssa. Näistä jälkimmäisellä jäljitellään kuumien moottorinosien aikaansaamia olosuhteita, joissa öljykalvon leikkaurasitus on suurimmillaan. SAE-viskositeettiluokat ja niiden määritelmät on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Moottoriöljyjen SAE-viskositeettiluokitukset (Viscosity 2015).

SAE-luokka	Viskositeetti cP	Pumpattavuus- lämpötila	Visko- siteetti cSt/100 °C		HSHT-viskositeetti 150 °C 10 ⁶ 1/s
	Max.	Max.	Min.	Max.	
0W	6200 / -35 °C	-40 °C	3,8	-	-
5W	6600 / -30 °C	-35 °C	3,8	-	-
10W	7000 / -25 °C	-30 °C	4,1	-	-
15W	7000 / -20 °C	-25 °C	5,6	-	-
20W	9500 / -15 °C	-20 °C	5,6	-	-
25W	13000 / -10 °C	-15 °C	9,3	-	-
8	-	-	4,0	6,1	1,7
12	-	-	5,0	7,1	2
16	-	-	6,1	8,2	2,3
20	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	12,5	16,3	2,9–3,7*
50	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	21,9	26,1	3,7

HSHT (*high shear high temperature*) -viskositeetti kuvaa öljyn juoksevuuutta ääriolosuhteissa, eli kovassa rasituksessa. Tästä johtuen se mitataan 150 celsiusasteessa. Taulukossa esitetyn SAE-kuumasakeusluokan 40 HSHT-viskositeetti on 2,9 0W-40-, 5W-40- ja 10W-40 -viskositeetin öljyillä ja 3,7 15W-40-, 20W-40 ja 25W-40 -viskositeetin öljyillä.

5.3.2 API-luokitus

API-luokitus on American Petroleum Instituten luoma luokittelujärjestelmä, joka luokittelee voiteluaineet niiden käyttökohteiden ja laadun mukaisiin luokkiin.

Luokituksessa on myös määritelty suoritettavat testit ja moottorikokeet, joiden avulla tutkitaan öljyjen suorituskykyä eri luokissa. (Ajoneuvojen voiteluaineet - opas 2006: 14.) API-luokitus luokittelee öljyt moottorin käyttövoiman perusteella. Bensiinimoottoreihin soveltuvia öljyjä kuvataan S-luokilla. S-luokat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. API-luokituksen S-luokat (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 15).

API-luokituksen S-luokat	
SG	Vuoden 1989 moottoriöljyluokka, jonka mukaiset öljyt soveltuvat nykyaikaisen bensiinimoottorin voiteluun valmistajan suosittelemin vaihtoväleihin. (Ei enää käytössä)
SH	Vuonna 1992 julkaistu öljyluokka, jonka mukaiset öljyt sopivat nykyaikaisiin bensiinimoottoreihin. Laatuvaatimukset ovat SG-luokkaa tiukemmat.
SJ	Vuonna 1996 julkaistu luokka. Luokan öljyt sopivat erityisesti uusiin vähäpäästöisiin bensiinimoottoreihin, joissa käytetään katalysaattoria.
SL	Vuonna 2001 julkaistu luokka, jonka täyttävät öljyt estävät tehokkaammin moottorin karstaantumista, vähentävät öljynkulutusta ja pidentävät katalysaattorin ikää.
SM	Vuonna 2005 julkaistu luokka, jonka mukaiset öljyt kestävät paremmin pidennetyt öljynvaihtovälit kuin muiden luokkien öljyt. Voi käyttää myös vanhemmissa autoissa.
SN	Vuonna 2010 esitelty laatuluokitus. Öljyillä on parempi tiivisteyhteensopiisuus, ja ne suojaavat paremmin karstoittumiselta korkeissa lämpötiloissa.

Myös dieselmoottoreihin soveltuvilla öljyillä on oma API-luokitus. Dieselmoottoreihin soveltuvia öljyjä kuvataan C-luokilla. C-luokat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. API-luokituksen C-luokat (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 15).

	API-luokituksen C-luokat
CD	Ahdettuihin dieselmootoreihin sopivat öljyt.
CF	Käyttö tyypillistä työkoneiden etukammiodieseleille, jotka käyvät vaihtelevan laatuaisella polttoaineella, esim. rikki- ja sähäköpitoisuus yli 0,5 %. CF öljyjä voidaan käyttää CD öljyjen tilalla.
CD-II	Kaksitahtidieselmootoreille soveltuvat öljyt.
CF-2	CD-II:sta edelleen kehitetty raskaassa käytössä olevien kaksitahtisten dieselmootorien öljyt.
CE	Ahdetut ja superahdetut raskaassa käytössä olevat dieselit, jotka käyvät suurella kuormituksella.
CF-4	Nopeakäyntiset nykyaikaiset nelitahtidieselit, erityisesti rahtiliikenteessä.
CG-4	Vähärikkisellä tai rikittömällä polttoaineella käyvät uudet dieselit, jotka on suunniteltu täyttämään vuoden 1994 päästöstandardit.
CH-4	Polttoainetta, jonka rikki- ja sähäköpitoisuus on 0...0,5 %, käyttöviin uusiin, vuoden 1988 päästöstandardit täyttäviin dieselmootoreihin tarkoitetut öljyt. Noen sitomiskyky on parempi kuin CG-4 ja CF-4 -öljyillä. Voi käyttää myös vanhemmissa moottoreissa, joissa vaatimus on esim. CG-4 tai CF-4.
CI-4	Vuonna 2002 voimaan tullut luokka. Dieselmootoreihin, jotka täyttävät vuoden 2004 päästöstandardit. Toimii hyvin myös EGR (Exhaust Gas Recirculation) ja katalysaattori -moottoreissa. Sopii pitkille vaihtoväleille. Suorituskyky parempi kuin CH-4, CG-4 ja CF-4 -öljyillä. Voidaan käyttää myös vanhemmissa moottoreissa, joiden vaatimus on esim. CH-4, CG-4 tai CF-4.
CJ-4	2006 esitelty luokitus liittyen vuoden 2007 päästöstandardeihin. Hiukkassuodattimella tai muulla pakokaasujen jälkikäsittelyllä varustettuihin ajoneuvoihin.

API-luokituksen C-luokka käsittää kaikkien dieselmootoreiden öljyt. Se sisältää siis henkilöautomootorien lisäksi raskaan kaluston moottoreihin soveltuvat öljyt.

5.3.3 ACEA-luokitus

Nykypäivänä laajemmin tunnettu ja käytetty ACEA-luokitus perustuu myös öljyn laatuun ja käyttökohteeseen. Se on eurooppalaisten autonvalmistajien järjestön, Association des Constructeurs Européens d'Automobiles Du Marche Communin suunnittelema. ACEA-luokitukseen liittyvissä testeissä käytetään eurooppalaisia moottoreita, ja luokitus vaatii korkeampaa suorituskykyä kuin API-luokitus. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 16.) ACEA-luokituksen luokkavaatimukset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. ACEA-luokituksen luokat (Eurooppalainen ACEA-luokitus moottoriöljyille).

Henkilö- ja pakettiautojen bensiini- ja dieselmoottoriöljyt. (A/B)	
A1/B1	Öljyt moottoreihin, jotka on erityisesti suunniteltu ohuita pienikittkaisia öljyjä varten. Eivät sovi kaikille moottoreille.
A2/B2	Normaalikäyttöön ja normaalille vaihtovälille sopivat öljyt.
A3/B3	Huippuluokan öljyt, jotka sopivat suorituskykyisiin moottoreihin, pitkiin vaihtoväleihin ja matalaviskositeettisina ympärivuotiseen käyttöön.
A4/B4	Suoraruiskutusmoottoreille suunniteltu luokka.
A5/B5	Pidentettyjä vaihtovälejä kestäviä öljyjä tehokkaisiin moottoreihin, jotka on suunniteltu toimimaan vähäkittkaisella, ohuella öljyllä. Eivät sovi kaikille moottoreille.
Katalysaattoreille paremmin sopivat henkilö- ja pakettiautojen bensiini- ja dieselmoottoriöljyt (C)	
C1	Pienikittkaiset ohuet erikoisöljyt. Pidentävät katalysaattorin ja hiukkas-suodattimen ikää. Sisältävät vähemmän rikkiä ja fosforia.
C2	Kuten luokka C1, mutta rikki-, fosfori- ja tuhkarajat eivät yhtä alhaiset kuin C1-luokassa.
C3	Huippulaatuiset öljyt, jotka pidentävät katalysaattorin ja hiukkas-suodattimen ikää.

C4	Huippulaatuiset öljyt, jotka pidentävät katalysaattorin ja hiukkassuodattimen ikää. Sisältävät vähemmän rikkiä ja fosforia (Low SAPS) kuin C2- ja C3-öljyt. Alhainen tuhkan muodostus.
Raskaan kaluston dieselmoottorit (E)	
E2	Suorituskykyisemmät öljyt mahdollisesti pidempiin vaihtoväleihin autonvalmistajan suosituksen mukaan.
E4	Huippuluokan erikoisöljyt MAN-, DAF- ja Mercedes-Benz -mootto-reille. Sopivat Euro 1-, 2-, 3- ja 4-moottoreihin. Ei hiukkassuodattimella varustettuihin.
E6	Huippuluokan moottoriöljyt useimpiin raskaan kaluston dieselmootto-reihin pitkille vaihtoväleille. Soveltuvat hiukkassuodattimella varustettuihin.
E7	Huippuluokan erikoisöljyt. Sopivat Euro 1-, 2-, 3- ja 4-moottoreihin. Ei hiukkassuodattimella varustettuihin.
E9	Huippuluokan (Mid SAPS) moottoriöljyt useimpiin raskaan kaluston dieselmoottoreihin pitkille vaihtoväleille. Sopivat hyvin hiukkassuodattimella (DPF) varustettuihin autoihin ja käytettäessä vähärikkistä polttoainetta (max 50 ppm).

Yleensä Euroopassa myytävillä moottoriöljyillä on ACEA:n määrittämän laatu-luokituksen lisäksi samanaikaisesti SAE:n määrittämä viskositeettiluokitus, joiden perusteella voidaan määrittää öljyn sopivuus käytettäväksi tietyssä moottorityypissä. Joillakin Euroopassa käytettävillä öljyillä on myös API-luokitus sekä mahdollisesti ajoneuvovalmistajan oma luokitusmerkintä.

6 Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen ominaisuudet ja luokitukset

6.1 Perusöljyt

Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen perusöljyt ovat joko synteettisiä, osasynteettisiä tai mineraalipohjaisia. Mineraalipohjaisten vaihteistoöljyjen etuna on esimerkiksi niiden kyky säilyttää viskositeettiominaisuutensa kovan paineen alaisena. Tästä syystä mineraalipohjaisia öljyjä hyödynnetään rataskoneistoissa, esimerkiksi manuaalivaihteistoissa.

Manuaalivaihteistoissa rattaiden väliseen kosketuspintaan kohdistuu suuri paine, ja tämän kosketuspinnan välisen voitelukalvon säilyminen on tärkeää. Tätä tarkasteltaessa puhutaan ns. paine-viskositeettikertoimesta, joka on voiteluaineen ominaisuus. Paine-viskositeettikerroin tarkoittaa öljykalvoon kohdistetun kuormituksen (paine) ja öljykalvon paksuuden (viskositeetti) välistä suhdetta kuormituksessa, kun muut tekijät (materiaali, lämpötila, nopeus jne.) pysyvät vakioina. (Errichello 2004.) Se siis kuvaa öljyn viskositeettiominaisuuksien säilyvyyttä kuormituksen alaisena.

Synteettiset vaihteistoöljyt hapettuvat mineraalipohjaisia öljyjä vähemmän elinkaarensa aikana. Ne kestävät myös lämpösyklejä ja korkeita lämpötiloja paremmin. Korkean viskositeetti-indeksinsä ansiosta synteettiset vaihteistoöljyt kestävät lämmönvaihtelua paremmin, minkä vuoksi niitä suositaan, kun ajoneuvo on ympärivuotisessa käytössä. (What You Need to Know When Selecting Gear Oils.)

6.2 Luokitukset

Kuten moottoriöljyt myös vaihteistoöljyt luokitellaan niiden ominaisuuksien ja suorituskyvyn sekä niille esitettyjen vaatimusten perusteella. Ne luokitellaan pääsääntöisesti SAE- ja API-järjestelmien mukaan. Poikkeuksellisesti automaattivaihteistoöljyjä ei luokitella kummankaan edellä mainitun järjestelmän mukaan, vaan niillä on useimmiten vaihteiston valmistajan oma hyväksyntä.

6.2.1 SAE-luokitus

Kuten moottoriöljyjenkin kohdalla, SAE-järjestelmä luokittelee öljyt niiden viskositeettiominaisuuksien mukaisesti. Luokkia on moottoriöljyjä selvästi vähemmän. Vaihteistoöljyjen SAE-luokitukset ja niiden vaatimukset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Vaihteistoöljyjen SAE-luokitukset (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 27).

SAE-luokka	Maksimilämpötila (150.000 cP viskositeetti)	Viskositeetti (cSt / 100 °C)	
		Minimi	Maksimi
70W	-55 °C	4,1	-
75W	-40 °C	4,1	-
80W	-26 °C	7,0	-
85W	-12 °C	11,0	-
90	-	13,5	24,0
140	-	24,00	41,0

Vaihteistoöljyt eivät lämpene yhtä paljon kuin moottoriöljyt. Tämän takia SAE ei ole määritellyt vaihteistoöljyille HSH-viskositeettia, kuten moottoriöljyille.

6.2.2 API-luokitus

API-luokitukset vaihteistoöljyille perustuvat niiden ominaisuuksiin. Voiteluaineet luokitellaan käyttökohteiden ja laadun mukaan. API-luokituksen vaatimukset vaihteistoöljyille on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Vaihteistoöljyjen API-luokitukset (API Gear Oil Specifications).

Vaihteistoöljyt	
GL-1	Manuaalivaihteistoöljyt, joita käytetään niin kevyissä olosuhteissa, että pelkkää raaka- tai puhdistettua mineraaliöljyä voidaan käyttää. Hapettumisen ja ruosteen estoaineita, vaahtoutumisenestoaineita sekä viskositeettisäaineita voidaan käyttää ominaisuuksien parantamiseksi. Kitkaan vaikuttavia ja äärimmäisen paineen lisäaineita ei saa käyttää.
GL-2 (ei käytössä)	Kierukkapyörästö-öljyt, jotka toimivat sellaisissa kuormitus-, lämpötila- ja liukunopeusolosuhteissa, että API GL-1 -luokituksen sopivat voiteluaineet eivät riitä.

GL-3 (ei käytössä)	Voiteluaineet, jotka on tarkoitettu kohtalaisissa tai raskaissa olosuhteissa käytettäville manuaalivaihteistoille sekä lievissä tai kohtalaisissa nopeuden ja kuormituksen olosuhteissa käytettäville kierukkavaihdeakseleille. Nämä käyttöolosuhteet edellyttävät voiteluainetta, jonka kuormankestokyky ylittää API GL-1 -luokituksen vaatimukset, mutta jää alle API GL-4 -luokituksen vaatimusten.
GL-4	Voiteluaineet, jotka on tarkoitettu kohtalaisissa tai raskaissa nopeuden ja kuormituksen olosuhteissa käytettäville kierukkavaihdeakseleille tai kohtalaisilla nopeuksilla ja kuormilla käytettäville hypoidirattailta varustetuille akseleille. Näitä öljyjä voidaan käyttää tietyissä manuaalivaihteistoissa ja tasauspyörästöissä, joihin MT-1-voiteluaineet eivät ole sopivia. Valmistajan erityisiä voiteluaineen laatusuosituksia tulee noudattaa.
GL-5	Voiteluaineet, jotka on tarkoitettu rataskoneistoihin. Sopivat erityisesti hypoidirattaille akseleissa, jotka toimivat vaihtelevissa olosuhteissa, kuten suurilla nopeuksilla, isku- tai kuormitustilanteissa sekä alhaisilla nopeuksilla ja suurilla vääntömomenteilla.
GL-6 (ei käytössä)	GL-5 -luokitusta korkeampi luokka, jonka voiteluominaisuudet ovat vielä parempia.
MT-1	Voiteluaineet, jotka on tarkoitettu kuorma- ja linja-autojen synkronoimattomiin manuaalivaihteistoihin. API MT-1 -luokituksen vaatimukset täyttävät voiteluaineet suojaavat lämpöhajoamiselta, komponenttien kulumiselta ja öljytiivisteiden heikkenemiseltä paremmin kuin API GL-1-, GL-4- tai GL-5-vaatimukset täyttävät voiteluaineet.

API-vaihteistoöljyluokittelu sisältää myös voimansiirtoöljyt. Esimerkiksi GL-5 luokan öljyjä käytetään ominaisuuksiensa takia pääsääntöisesti tasauspyörästöissä, mutta se soveltuu myös joihinkin manuaalivaihteistoihin.

6.3 Manuaalivaihteisto- ja voimansiirtoöljyt

Manuaalivaihteistoissa ja voimansiirrossa käytettävät öljyt ovat niin kutsuttuja rataskoneistoöljyjä. Ne ovat suunniteltu käytettäväksi laitteissa, joiden toiminta perustuu rattaiden väliseen kontaktiin. Rattaiden kosketuspintojen väliin syntyy erittäin suuri pintapaine, minkä vuoksi rattaita voitelevan öljyn kyky muodostaa ja ylläpitää öljykalvoa komponenttien välissä on keskeistä. Näiden öljyjen keskeisin ominaisuus on siis niiden paine-viskositeettikerroin.

Öljyjen paineensietoa voidaan parantaa niin kutsutuilla EP-lisäaineilla. EP-lisäaineet ovat saaneet nimensä englanninkielisen termin *extreme pressure* mukaan. Nämä lisäaineet sisältävät muun muassa rikkiä, joka voi syövyttää kuparia ja messinkiä (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 26). Useimmiten vaihteiston tai esimerkiksi tasauspyörästä valmistajan suositus öljyn luokituksille perustuukin juuri EP-lisäaineistuksen sietoon. Voitelun ja öljykalvon muodostamisen lisäksi manuaalivaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen tehtävänä on jäähdyttää ja puhdistaa käyttökohdettaan.

6.4 Kaksoiskytkinvaihteistoöljyt

Kaksoiskytkinvaihteistoissa käytettävät öljyt ovat ominaisuuksiltaan ja ominaisuusvaatimuksiltaan samankaltaisia kuin manuaalivaihteistoöljyt. Kuten manuaalivaihteistoöljyt myös kaksoiskytkinvaihteistoöljyt sisältävät EP-lisäaineita rattaiden välissä kulkeutuvan öljykalvon paineensiedon parantamiseksi.

Rattaiden voitelun lisäksi öljyjen on kaksoiskytkinvaihteistoissa kuitenkin samanaikaisesti pystyttävä toimimaan öljykylvyssä olevien kytkinten voitelu- ja puhdistustarkoituksiin (Automatic Transmissions). Niiden kitkanvähennysominaisuudet eroavat manuaalivaihteistoöljyistä. Tämän vuoksi manuaalivaihteistoille tarkoitettujen öljyjen käyttöä ei suositella kaksoiskytkinvaihteistoissa.

6.5 Automaattivaihteistoöljyt

Automaattivaihteistossa käytettävät öljyt eroavat merkittävästi manuaalivaihteistoöljyistä ominaisuuksiltaan. Ne ovat koostumukseltaan hyvin lähellä hydraulinesteitä, eli niiden viskositeetti on muihin voiteluaineisiin verrattuna matala. Niiden täytyy esimerkiksi kestää huomattavasti pienempiä paineita ja lämpötiloja.

Syy automaattivaihteistoöljyjen matalalle viskositeetille on se, että niillä on voitelun lisäksi huomattavasti enemmän tehtäviä, joista keskeisimpänä voidaan pitää vaihteiston toimintaa ohjaavan venttiilipöydän käyttöä. Tämän lisäksi automaattivaihteistoöljy on olennainen komponentti momentinmuuntimen

toiminnassa, ja se vaikuttaa myös vaihteiston pantajarrujen kitkaominaisuuksiin. Koostumuksensa ansiosta automaattivaihteistoöljyjä voidaan joissain tapauksissa käyttää myös hydraulisten ohjaustehostimien hydraulinesteenä.

7 Öljyn kuluminen ja öljynvaihdot

7.1 Öljyn elinikä

Moottoriöljyn elinikään vaikuttaa todella monta eri tekijää. Elinikää lyhentäviä tekijöitä ovat muun muassa käyttöolosuhteet (ympäristön kosteus ja lämpötila), moottorin ikä ja kuluneisuus, turbohtaminen sekä kuormitus ja siitä johtuvat moottorin lämpösyklien piikit. Myös käyttövoimalla on vaikutusta öljyn elinikään. Dieselmoottorit nokeavat öljyä huomattavasti enemmän kuin bensiinimoottorit, ja esimerkiksi etanolin käyttö polttoaineena altistaa veden kertymiselle öljyn sekaan. (Fitch 2004.)

Toisaalta moottoriöljyn keskimääräinen elinikä voi oikeissa olosuhteissa käytettäessä olla yllättävänkin pitkä. Jo aiemmin mainitun synteettisen öljyn käytön lisäksi moottoriöljyn elinikää edistäviä tekijöitä ovat muun muassa hyvä öljynsuodatus, eli laadukas ja puhdas öljynsuodatin, sekä pääsääntöinen pitkän matkan ajo. (Fitch 2004.)

Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen elinikään vaikuttaa suuresti käyttötapa ja rasitus. Esimerkiksi valtaosin kaupunkiajossa olevan manuaalivaihteisen henkilöauton vaihteistoöljyn elinikä on todennäköisesti lyhyempi kuin pääsääntöisesti maantieajossa käytettävässä vastaavassa vaihteistossa.

7.2 Viskositeetti- ja lämpötilaominaisuuksien muutokset

Voiteluaineiden viskositeetti- ja lämpötilaominaisuudet heikkenevät termisen- tai paineen aiheuttaman termisen hajoamisen (microdieseling) myötä. Terminen hajoaminen tarkoittaa öljymolekyylin hapettumista lämmön vaikutuksesta. Paineen aiheuttamaa termistä hajoamista tapahtuu, kun nesteessä oleva ilmakupla

kulkeutuu matalasta paineesta korkeaan paineeseen. Se on eräänlainen kavi-taatiota muistuttava ilmiö, joka saa aikaan öljymolekyylien hapettumisen ja muuttaa öljyn viskositeettiominaisuuksia. (Determining the Cause of Oil Degradation.)

Tästä johtuen öljyn voitelukyky eri käyttölämpötiloissa heikkenee. Jos esimerkiksi viskositeetti laskee, on öljy korkeammissa lämpötiloissa huomattavasti juoksevampaa eikä välttämättä muodosta vaadittua voitelukalvoa (Determining the Cause of Oil Degradation). Viskositeetin lasku öljyn kuumentuessa edistää myös öljyn palamista, koska liian juokseva öljy virtaa esimerkiksi männänrenkaiden ohi palotilaan.

Viskositeettiominaisuudet voivat muuttua myös siten, että viskositeetti nousee. Tämä voi johtaa esimerkiksi moottorin hyötysuhteen laskemiseen, sillä korkeampi viskositeetti vaatii moottorilta enemmän energiaa sen omien osien liikuttamiseen. Lisäksi se heikentää öljyn toiminnallisuutta kylmissä olosuhteissa ja moottorin ollessa kylmä: liian jäykkä öljy ei virtaa hyvin, jonka vuoksi se ei pääse muodostamaan kestäväää voitelukalvoa.

7.3 Hapettuminen

Hapettuminen tapahtuu voiteluaineessa myös ajan myötä, kun sen muodostavat molekyylit reagoivat ilman hapen kanssa. Hapettuminen johtaa voiteluaineen viskositeettiominaisuuksien muutoksiin. Tämän lisäksi hapettuminen voi johtaa voiteluaineen saostumiseen ja edistää sen rakenteellista hajoamista. Esimerkiksi lisäaineistuksella ja synteettisten perusöljyjen käytöllä saavutetut ominaisuudet heikkenevät hapettumisen myötä. (Determining the Cause of Oil Degradation.)

7.4 Partikkelikontaminaatio

Partikkelikontaminaatiolla (*particulate contamination*) tarkoitetaan öljyn saastumista sen sekaan päätyvistä epäpuhtauksista. Partikkelikontaminaatio on

tyypillisesti seurausta veden, metallihiukkasten, noen, karstan ja muiden epäpuhtauksien liian suuresta pitoisuudesta. Partikkelikontaminaatiota rajoitetaan öljynsuodatuksella erilaisten öljykiertoon suunniteltujen suodattimien avulla. Kun suodattimet täyttyvät, partikkelit kulkeutuvat öljyn mukana öljykiertoon. (Determining the Cause of Oil Degradation.)

Partikkelikontaminaatiota tarkistellaan tästä syystä useimmiten öljynvaihtovälejä suunnitellessa, ja sen vuoksi öljynsuodattimet vaihdetaan lähestulkoon aina öljyjä vaihdettaessa. Partikkelikontaminaatioon voidaan laskea myös muut öljykiertoon kuulumattomat partikkelit. Esimerkiksi moottoreissa, joissa jakohihna on öljykylvyssä, jakohihnan kuluessa siitä irtoavat, öljykiertoon päätyvät kappalet voidaan nähdä partikkelikontaminaationa. Tämän vuoksi öljyn laatu ja vaihtovälit ovat erittäin tärkeässä roolissa tämän tyyppisille moottoreille.

Öljy puhdistaa komponenttien pinnoilta esimerkiksi nokea ja karstaa, joita kertyy moottorin normaalissa toiminnassa. Öljyyn päätyvä karsta saa aikaan kulu-neelle öljylle tyypillisen mustan värin ja voimakkaamman hajun. Moottorin sisäisissä palamisreaktioissa syntyvään veteen yhdistettynä noki muodostaa öljyyn lietettä, joka liiallisissa määrin voi tukkia moottorin öljykanavia sekä suodattimia. Tämän lietteen poistolle ainoa käytännön ratkaisu on öljyjen vaihtaminen uusiin. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 21.)

7.5 Öljynvaihtovälit

Moottori-, vaihteisto- ja voimansiirtoöljyt kuluvat käytössä ja ajan myötä. Öljyihin kertyvän lian ja partikkelien määrä ylittää ajan myötä öljykierron suodatuskyvyn. Tämän jälkeen öljynsuodatus on riittämätöntä. Jotta käyttökohteet pysyisivät toimintakuntoisina ja toimisivat odotetusti, on öljyjä sekä mahdollisia suodattimia vaihdettava tietyin väliajoin.

7.5.1 Moottoriöljyjen vaihtovälit

Autovalmistajien suosittelemat moottoriöljyn vaihtovälit henkilöautoille vaihtelevat 10 000–30 000 kilometrin välillä. Öljynvaihdolle on määritelty myös tietty aikaraja, vaikkei kilometrilukema täytyisi. Tyypillisesti tämä aikaväli on yksi vuosi. Syy aikaperusteiseen öljynvaihtoon on öljyn hapettuminen jo pelkän ilman vaikutuksesta. Tällöin sen ominaisuudet heikkenevät hapettumisen myötä. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ajoneuvovalmistajien suosittelema moottoriöljyjen ajallinen vaihtoväli on yksi vuosi.

Moottoriöljyjen käyttöperusteinen vaihtoväli on ollut väittelyn aihe valmistajien, öljynjalostajien, korjaamo- ja jälkimarkkinointihenkilöstön sekä harrastelijoiden keskuudessa jo vuosikymmenten ajan. Useimmat autoharrastajat vaihtavat öljyt noin 10 000–15 000 kilometrin ajon jälkeen öljyn tai suodattimen laadusta riippumatta. Tämä perustuu usein ”varman päälle pelaamiseen”. Valmistajat ja käyttäjät tuntuvat ajoittain olevan eri mieltä vaihtovälin sopivasta pituudesta.

Moottoritekniikan kehittyessä aina paremman hyötysuhteen ja ympäristöystävällisyyden suuntaan ovat öljyille esitetyt vaatimukset vastaavasti kehittyneet. Näihin vaatimuksiin on vastattu esimerkiksi synteettisten perusöljyjen käytön laajentumisella ja öljyjen lisäaineistuksen kehityksellä, jotka ovat johtaneet pitkäikäisempien ja paremmin voitelevien moottoriöljyjen syntyyn.

Autoteollisuudessa ja korjaamotoiminnassa voi kuulla käytettävän termiä ”long-life”. Termillä tarkoitetaan pidennettyä öljynvaihtoväliä, joka voi olla valmistajasta riippuen jopa 30 000 kilometriä. Longlife-öljyt ovat tälle vaihtovälille suunniteltuja voiteluaineita. Ne ovat useimmiten täysin synteettisiä ja tarkoin suunniteltuja laadukkaita öljyjä, joiden eliniän väitetään olevan ”tavallisia” moottoriöljyjä pidempi. Hyvissä olosuhteissa suoritetulla ajolla, öljyn elinikää pidentävillä ajotavoilla sekä laadukkaiden öljyjen ja öljynsuodattimien käytöllä voi 30 000 kilometrin öljynvaihtoväli olla mahdollinen.

Vaihtovälin pituutta ajatellen tulisi huomioida myös moottorin öljynkulutus. Öljynkulutusta pidetään monesti moottorin toleransseihin perustuvana mekaanisena

vikana, mutta matala-asteinen öljynkulutus on moottoreille ominaista. Siihen vaikuttaa kuitenkin esimerkiksi öljyn viskositeetti ja täyttömäärä sekä kuljettajan ajotapa (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 22). Jos öljynkulutus on maltillista, eikä öljyä tarvitse lisätä toistuvasti, voidaan sitä tarkkailla öljynvaihtovälin tekijänä.

Korjaamotoiminnassa on havaittu, että autot, joiden öljynvaihtoväli ylittää 20 000 kilometriä, ovat usein niitä, joihin saatetaan joutua lisäämään öljyä vaihtovälin aikana pelkän polttomoottorin tavallisen öljynkulutuksen vuoksi. Jos esimerkiksi 30 000 kilometrin longlife-öljynvaihtovälin autoon lisätään kaksi litraa moottoriöljyä, ei öljynvaihdossa moottorista ulos tulevan öljyn elinikä ole kokonaisuudessaan vaihtovälin mittainen. Tämä johtuu siitä, että vain osa öljyn kokonaistilavuudesta on ollut moottorin öljykierrossa koko vaihtovälin ajan.

Kilometriperusteinen öljynvaihtovälikään ei ole täysin optimaalinen ratkaisu, sillä öljyn elinikään vaikuttavat monet muutkin tekijät kuin kilometrisuorite, kuten edellä on mainittu. Koska öljyn elinikä on haastavaa sitoa tiettyyn kilometrilukemaan, on nykypäivän moottoritekniikassa ryhdytty käyttämään moottoriöljyn eliniän anturointia. Anturointi voi perustua esimerkiksi ajotavan ja -nopeuden sekä moottorin lämpösykliin monitorointiin ja tämän perusteella tehtyyn laskennalliseen arvioon tai öljyn kunnan mittaukseen anturin avulla. (Fitch 2004.)

Jos autossa on öljyn elinikää arvioiva ja tarkkaileva järjestelmä, se on todennäköisesti varteenotettavampi kannustin öljynvaihdolle kuin vaihtovälin jäljellä oleva kilometrilukema. Useimmiten auton ajotietokone ilmaisee öljynvaihdon tarpeesta jo aiemmin. Tällaiseen anturointiin ja öljyn eliniän arviointiin perustuvaa öljynvaihtoväliä kutsutaan joustavaksi öljynvaihtoväliksi. Öljyn elinikää ja kuntoa tarkkailevaa anturointia ei kuitenkaan käytetä läheskään kaikissa markkinoilla olevissa automalleissa, joten kilometriperusteinen öljynvaihtoväli on todennäköisesti tavalliselle autonkäyttäjälle helpoiten sisäistettävä ja samanaikaisesti moottorin kuntoa hyvin ylläpitävä valinta.

Pohjoismaiden vaihtelevissa lämpötila- ja sääolosuhteissa käytettävien autojen moottoriöljyjen optimaalisen vaihtovälin voidaan pääsääntöisesti

maantieajokäytössä, öljynkulutus huomioon ottaen arvioida olevan keskimäärin välillä 10–20 tuhatta kilometriä, jos moottori on mekaanisesti kunnossa. Mikäli autoa käytetään pääsääntöisesti kaupunki- ja esikaupunkialueella, olisi öljynvaihtovälin hyvä olla 10 000–15 000 kilometrin välillä. Moottoriöljyn vaihdolle ennen noin 10 000 kilometrin ajoa tai yhden vuoden käyttöä ei normaaleissa olosuhteissa pääsääntöisesti ole tarvetta, ellei autolla ajeta vaativissa olosuhteissa, kuten kilpailuissa.

7.5.2 Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen vaihtovälit

Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen vaihtovälit riippuvat vaihteistotyypistä. Tyypillisesti manuaalivaihteiston öljynvaihtoväli on paljon lyhyempi kuin momentinmuuntimella varustetun planeettapyörästöautomaattivaihteiston öljynvaihtoväli. Modernien manuaalivaihteistojen öljynvaihtovälit on tyypillisesti sisällytetty huolto-ohjelmaan ja ovat yleensä noin 50 000–100 000 kilometriä tai 2–3 vuoden välein. Suositellut vaihtovälit ovat merkkikohtaisia, ja jotkin valmistajat ovat määritelleet vaihtovälit huomattavasti eripituisiksi.

Automaattivaihteistoöljy on hyvin keskeinen osa vaihteiston mekaanista toimintaa, sillä voitelun lisäksi se käyttää vaihteiston venttiilikoneistoa, joka ohjaa vaihteiston toimintaa. Öljyn kuluneisuus ja esimerkiksi sen partikkelikontaminaation kasvu näkyy usein vaihteiston epäloogisena toimintana ja ajoittain myös luistona. Tällöin öljyt on viimeistään hyvä vaihtaa. Tyypillisesti automaattivaihteistoöljyille sopiva vaihtoväli on keskimäärin 150 000 kilometriä.

Monesti automaattivaihteistoöljyt vaihdetaan huuhtelemalla. Huuhteluun perustuvassa öljynvaihdossa vaihteistoon pumpataan huomattavasti enemmän öljyä kuin sen tilavuus sallii ja lasketaan samanaikaisesti vaihteistosta öljyä ulos. Tällöin ulos tuleva öljy huuhtoo vaihteistosta sinne kertyneitä partikkeleja, jotka saattaisivat aiheuttaa ongelmia vaihteiston toiminnassa uuden öljyn kanssa.

Joidenkin autojen huolto-ohjelmaan ei ole merkitty lainkaan säännöllistä vaihteistoöljyn vaihtoväliä. Tämä on erityisen yleistä erilaisten

automaattivaihteistojen kohdalla. Perinteisten, planeettapyörästäihin perustuvien automaattivaihteistojen öljyjen vaihtoväli on joissain tapauksissa valmistajan mukaan määrittelemätön, ja sitä suositellaan tehtäväksi vain tarvittaessa.

Öljynvaihtovälin määrittelemättömyyttä nähdään muidenkin vaihteistotyyppien kohdalla. Niin kutsutut ”kuivat” kaksoiskytkinvaihteistot perustuvat nimensä mukaisesti kuivien kytkinten käyttöön, eli kytkimet eivät ui öljykylvyssä, kuten valtaosa kaksoiskytkinvaihteistoista. Näissä vaihteistoissa öljyä on ainoastaan vaihteiston rataskoneiston puolella, ja valmistajan mukaan öljyjen tulisi kestää vaihteiston eliniän verran. Esimerkiksi Volkswagen Groupin yleisimmälle kuivalle kaksoiskytkinvaihteistolle, DSG DQ200:lle ei ole määritelty öljyjen vaihtoväliä. Kaksoiskytkinvaihteistoilla, joissa kytkimet ovat jatkuvassa öljykylvyssä, on tyypillisesti määritelty huolto-ohjelmaan sisältyvä öljynvaihtoväli. Esimerkiksi Audessa käytettävien S-tronic-kaksoiskytkinvaihteistojen valmistajan määrittelemä öljynvaihtoväli on 60 000 kilometriä ajasta riippumatta. (Maintenance intervals.)

Voimansiirtoöljyjen vaihtoväli on myös valmistajan määrittelemä ja riippuu suuresti auton toiminnasta ja käyttökohteesta. Voimansiirtoöljyjä käytetään esimerkiksi taka- ja nelivetoisten autojen tasauspyörästöissä ja nelivetoisten autojen jakolaatikoissa. Esimerkiksi Audi on määritellyt tasauspyörästön öljynvaihtovälin vain RS7-mallilleen. Kyseisen mallin huolto-ohjelman mukainen tasauspyörästön öljynvaihtoväli on sama kuin kaksoiskytkinvaihteistolla eli 60 000 kilometriä. (Maintenance intervals.) Tyypillisesti tasauspyörästöjen öljyt ovat kuitenkin käytössä pitkäikäisimpiä, vaikka ne ovatkin kemialliselta rakenteeltaan hyvin samanlaisia kuin manuaalivaihteistoissa käytettävät.

Vaihteisto- ja voimansiirtoöljyjen vaihto on suositeltavaa suorittaa valmistajan ohjeiden mukaan sekä aika- että kilometriperusteisesti, sillä harvaan vaihteistoon tai voimansiirtojärjestelmään on olemassa öljyn kuntoa tutkivaa anturointia. Esimerkiksi manuaalivaihteistoissa öljynvaihdon tarpeellisuuden ilmaisee viimeistään vaihteenvaihtimen käsituntuma, mutta vaihtovälin maksimipituuden ilmaisemiseksi se ei ole kestävä ratkaisu.

8 Öljyt ja ympäristö

8.1 Moottoriöljyn ympäristövaikutukset

Moottoriöljyjen oikeanlaisilla ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa moottorin hyötysuhteeseen ja sitä kautta myös sen tuottamiin päästöihin. Tribologisesti keskeisimpiä, moottorin hyötysuhteeseen liittyviä suureita on kitka. Koneenosien välinen kitka on mekaanista häviötä, jonka minimoiminen on ihanteellista ja tavoiteltua konesuunnittelussa.

Komponenttien välisen- ja voiteluaineen sisäisen kitkan voittamiseksi moottorin on tehtävä enemmän työtä, johon se saa energiansa polttoaine-ilmaseoksen palamisesta. Jos kitkaa on enemmän, on teoriassa polttoaine-ilmaseosta poltettava enemmän saman tehon saavuttamiseksi. Tällöin moottorin hyötysuhde pienenee, ja palamisreaktioissa syntyy myös enemmän päästöjä. Synteettisten perusöljyjen käytön yleistymisen keskeisimpiä tekijöitä ovat niiden stabiilimmat ja nykypäivän moottoritekniikan näkökulmasta paremmat ominaisuudet mineraaliöljyihin verrattuna. Nämä optimaalisemmat ominaisuudet edistävät moottorin hyötysuhteen saavuttamista eri olosuhteissa ja vaikuttavat sen tuottamiin päästöihin. Hyötysuhteen kannalta moottoriöljyn merkittävimmät ominaisuudet ovat sen viskositeetti ja viskositeetti-indeksi.

Suurista ajoneuvovalmistajista eniten polttomoottoritekniikan takana seisovan Toyotan käyttämät ja suosittamat moottoriöljyt ovat hyviä esimerkkejä ympäristöystävällisemmistä moottoriöljyistä. Uudemmissa Toyotan valmistamissa hybridimalleissa käytetään moottoriöljyä, joka on SAE-viskositeetiltaan 0W-16. Modernien Toyota-mallien moottorin osien äärimmäisen tarkat toleranssit mahdollistavat tällaisen öljyn käytön. (A Closer Look at The New SAE 0W16 Engine Oil 2021.)

SAE 0W-16 -moottoriöljyllä tavoitellaan erinomaista hyötysuhdetta ja pieniä päästöjä. Matalan viskositeettinsa ansiosta se vastustaa moottorin liikettä vähemmän ja suoriutuu esimerkiksi hyvin myös kylmissä olosuhteissa helpottaen muun muassa kylmäkäynnistystä.

8.2 Öljyjätteet ja niiden hävittäminen

Öljynvaihdoissa moottorista tai vaihteistosta valutetaan pois kulunut, vanha öljy. Moottori-, vaihteisto- ja vetopyörästö-öljyt ovat ympäristölle ja eliöille haitallisia ongelmajätteitä. Niitä ei saa missään tapauksessa päästää luontoon. Kaikki maahan päätyvä öljyjäte on välittömästi kerättävä pois. On tärkeää, että öljyjätteen haltija tuntee tarkasti jätteen määrän, laadun ja alkuperän. Esimerkiksi yritystoiminnassa, kuten korjaamoilla, on velvollisuus pitää tarkkaa kirjanpitoa jätteöljyistä. Jäteöljyjä ei missään tapauksessa saa hävittää polttamalla. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 38.)

Jäteöljyt jaetaan luokkiin lajittelun helpottamiseksi. Näitä luokkia ovat kirkaat öljyt, mustat öljyt ja ajoneuvotekniikan ulkopuolella käytettävät kasviöljyt. Ajoneuvotekniikan voiteluaineista kirkkaisiin öljyihin luetaan hydraulii- ja vaihteistoöljyt, ja mustiin öljyihin kaikki moottoriöljyt synteettisyysasteesta riippumatta. Jätteöljyjen keräysastiana voidaan hyödyntää tynnyreitä, joissa öljy myydään esimerkiksi korjaamoille. Uusiokäyttö on siis suotavaa. Öljyjäte on kerättävä asianmukaiseen astiaan silloinkin, kun öljy on ostettu pakkaamattomana. (Ajoneuvojen voiteluaineet -opas 2006: 38–39.)

Itse jätteöljyn lisäksi on huomioitava myös öljypakkausten ja kiinteän öljyisen jätteen kierrättämiskysymykset. Tyhjät öljypakkaukset tulee hävittää puhdistettuna, eli kaikki niiden sisältö hävitetään jätteöljynä oikeissa luokissa. Kiinteä öljyinen jäte, korjaamotoiminnassa esimerkiksi öljynsuodattimet ja voitelujärjestelmän öljyiset komponentit, kerätään omaan astiaansa hävitystä varten.

8.3 Öljyjen varastointi

Öljyjä varastoitaessa niitä tulee säilyttää katetussa tilassa, jossa lattia on öljynkestävää materiaalia. Lisäksi tiloissa, joissa öljyä käsitellään, tulee olla imeytysmateriaaleja öljyvahinkojen varalta. Näitä tiloja ovat esimerkiksi öljyvarastot ja korjaamotilat. Varastoinnissa on myös hyvä huomioida käytännön seikat, kuten esimerkiksi järjestys. Jäteöljyjä varastoitaessa on tärkeää huolehtia siitä, ettei

öljyn sekaan pääse mitään ylimääräistä, esimerkiksi vettä. Öljyjätettä tulee säilyttää siis suojattuna ja selkeästi merkattuna sellaisissa astioissa ja varastoissa, joista öljy ei voi kulkeutua ympäristöön vahingossa. (Ajoneuvojen voiteluaineet - opas 2006: 37–38.)

Korjaamotoiminnassa öljyt toimitetaan useimmiten säiliöautolla, josta oikeanlainen öljy pumpataan oikeanlaiseen säiliöön. Tästä säiliöstä öljy kulkeutuu linjaa pitkin esimerkiksi huoltopaikan pistooliin, jolla se syötetään moottoriin tai vaihteistoon vaihtotyön yhteydessä. Vastaavasti myös jäteöljyt kerätään pääsääntöisesti keräysastiaan, josta se siirretään imemällä tyhjennettävään jäteöljysäiliöön.

9 Yhteenveto

Insinöörityön tavoitteena oli tutkia voiteluaineiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, etsiä optimaalista öljynvaihtoväliä sekä tarkastella öljyn elinkaarta tuotenäkökulmasta. Työn on tarkoitus toimia eräänlaisena perusoppaana ajoneuvotekniikan voiteluaineisiin sekä niiden ominaisuuksiin ja vaatimuksiin käyttökohteesta riippuen.

Työssä esitellään ajoneuvotekniikassa käytettävien voiteluaineiden ominaisuuksia ja suureita sekä niiden merkitystä voiteluaineen toimintaan. Lisäksi tarkastellaan öljyn elinkaarta ja sen avulla optimaalista öljynvaihtoväliä. Öljynvaihtoväli perustuu öljyn elinikään, johon vaikuttavat monet ajoneuvon käyttöön liittyvät tekijät. Optimaalisin öljynvaihtoväli perustuu nimenomaan käyttöön ja sen vaikutukseen öljyn suorituskykyyn. Tätä öljyn elinikäperusteista vaihtoväliä pystytään nykypäivän autoissa monitoroimaan erilaisella anturoinnilla, jonka perusteella voidaan määrittää öljyn kunto joko laskennallisesti tai suoralla mittauksella.

Koska kaikissa ajoneuvoissa ei tällaista anturointia ole, on öljynvaihtoväli hyvä määritellä esimerkiksi tiettyyn kilometrilukemaan. Pohjoismaisissa olosuhteissa, ympärivuotisessa käytössä tämä lukema on noin 10 000–20 000 kilometriä.

Mikäli autoa käytetään kaupunkiolosuhteissa, ja pääsääntöisesti sellaisessa käytössä, jossa öljy ei pääse kuumenemaan täysin, olisi öljynvaihtovälin hyvä olla enintään noin 15 000 kilometriä, mieluummin lähempänä 10 000 kilometriä.

Optimaalista, absoluuttisen tarkkaa öljynvaihtoväliä ei siis öljyn elinikään eri tavalla vaikuttavien tekijöiden vuoksi voida yksiselitteisesti määrittää tiettyyn, kiinteään lukemaan, vaan kilometriperusteiset vaihtovälit ovat valmistajien suosittelamia, laskennallisia arvioita. Todellisuudessa vaihtovälin tulisi perustua öljyn kuntoon ja elinikään, joihin määritellyt vaihtovälit ovat pääsääntöisesti sopivia.

Lähteet

A Closer Look at The New SAE 0W16 Engine Oil. 2021. Verkkoaineisto. Armor Lubricants. <https://armorlubricants.com/blog/new-sae-0w16-engine-oil/#What_is_0W16_Engine_Oil>. Luettu 15.9.2024.

API Gear Oil Specifications. Verkkoaineisto. Oilspecifications.org. <https://www.oilspecifications.org/api_gos.php>. Luettu 9.8.2024.

Automatic Transmissions. Verkkoaineisto. Penrite Oil. <[https://penriteoil.com.au/knowledge-centre/Automatic%20Transmissions/77/what-is-a-dual-clutch-transmission-\(dct\)/245](https://penriteoil.com.au/knowledge-centre/Automatic%20Transmissions/77/what-is-a-dual-clutch-transmission-(dct)/245)>. Luettu 9.8.2024.

Beatty, Daryl & Greaves, Martin. 2006. Polyalkylene Glycol Synthetic PAG Oil Explained. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/930/pag-synthetic-oil>>. Luettu 20.8.2024.

Cash, Wes. 2017. Choose the Right Motor Oil to Reduce Air Pollution. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/30771/choose-right-lubricant>>. Luettu 25.8.2024.

Determining the Cause of Oil Degradation. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/29169/oil-degradation-cause>>. Luettu 28.7.2024.

Errichello, Robert. 2004. Selecting Oils with High Pressure-Viscosity Coefficient. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/586/viscosity-coefficient-bearing>>. Luettu 9.8.2024.

Eurooppalainen ACEA-luokitus moottoriöljyille. Verkkoaineisto. Neste Oil. <<https://www.neste.fi/moottorioljyjen-luokitukset>>. Luettu 26.5.2024.

Fitch, Jim. 2004. Determining Proper Oil and Filter Change Intervals: Can Onboard Automotive Sensors Help? Practicing Oil Analysis. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/562/oil-change-filter-sensors>>. Luettu 25.8.2024.

How are lubricants produced. Verkkoaineisto. LPC. <<https://www.lpc.gr/en/technology/how-are-lubricants-produced/>>. Luettu 14.6.2024.

Kassfeldt, Elisabet, Rudolphi, Åsa & Torbacke, Marika. 2014. Lubricants, Introduction to properties and performance. John Wiley & Sons Ltd.

Kumar, Pranay. 2022. Wear. Verkkoaineisto. Tribonet. <<https://www.tribonet.org/wiki/wear/>>. Luettu 20.6.2024.

Mainio, Tapio. 2001. Moottoriöljyn kaupasta puuttuvat pelisäännöt. Helsingin sanomat 6/2001. <<https://web.archive.org/web/20070209055528/http://www.hs.fi/autot/artikkeli/Moottoriöljyn+kaupasta+puuttuvat+pelisäännöt/HL20010609SI1AL018gs>>.

Maintenance intervals. Verkkoaineisto. Audi Ottawa. <<https://www.audiottawa.ca/maintenance-intervals.htm>>. Luettu 12.9.2024.

Neste Oil. 2006. Ajoneuvojen voiteluaineet -opas. Opintomateriaali. <https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/AVA_opas_WEB.pdf>.

Synthetic Base Oils. 2023. Verkkoaineisto. Fluid Life. <<https://www.fluid-life.com/resource-center/synthetic-base-oils/>>. Luettu 17.3.2024.

Viscosity. Verkkoaineisto. Penrite Oil. <<https://penriteoil.com.au/knowledge-centre/Viscosity/237/what-is-an-sae-viscosity/180>>. Luettu 17.3.2024.

What are the differences between synthetic oils and mineral oils?. Verkkoaineisto. TotalEnergies Egypt. <<https://totalenergies.eg/en/newsroom/blog/what-are-differences-between-synthetic-oils-and-mineral-oils>>. Luettu 26.5.2024.

What You Need to Know When Selecting Gear Oils. Verkkoaineisto. Machinery Lubrication. <<https://www.machinerylubrication.com/Read/926/gear-oils>>. Luettu 9.8.2024.