

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Tarja Karhula

**Perusöljyä valmistavan VHVI-yksikön
tuotteiden optimointia**

Insinöörityö 5.11.2009

Ohjaaja: käyttöinsinööri Kaisa Uusitalo

Ohjaava opettaja: yliopettaja Marja-Terttu Huttu

Tekijä	Tarja Karhula
Otsikko	Perusöljyä valmistavan VHVI-yksikön tuotteiden optimointia
Sivumäärä	27 sivua
Koulutusohjelma	Kemiantekniikan koulutusohjelma
Tutkinto	Kemiantekniikan insinööri (AMK)
Ohjaaja	Käyttöinsinööri Kaisa Uusitalo
Ohjaava opettaja	Yliopettaja Marja-Terttu Huttu
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin ajotapojen ja prosessiolosuhteiden vaikutusta perusöljyä valmistavan VHVI-yksikön tuotteiden ominaisuuksiin. Työssä käytiin läpi VHVI- ketjun ajoa ja ketjun eri vaiheita sekä tarkasteltiin eri yksiköiden vaikutusta tuotteiden ominaisuuksiin. Tavoitteena oli saada yksityiskohtaisempaa tietoa yksikön perusöljy NB3080-ajotavasta ja kerätä talteen tieto joulukuussa 2008 suoritetusta, hyvin onnistuneesta perusöljy NB3050- ajosta.</p> <p>Tiedonkeruuseen käytettiin Porvoon jalostamolla käytössä olevaa prosessiolosuhteiden tiedonkeruujärjestelmää (TOP) ja analyysitietojen keruujärjestelmää (Oili). Samalla tallennettiin koeajoista saatu tieto myöhempää käyttöä varten.</p> <p>Tuloksia tullaan käyttämään ajotapojenvaihtojen apuna.</p>	
Hakusanat	perusöljy, VHVI, voiteluaine

Author Title	Tarja Karhula Base oil unit; Optimisation of the products.
Number of Pages Date	27 5 November 2009
Degree Programme	Chemical Engineering
Degree	Bachelor of Chemical Engineering
Instructor Supervisor	Kaisa Uusitalo, Operation Engineer Marja- Terttu Huttu, Principal Lecturer
<p>This final year project studied the effects of operation methods and process circumstances on products quality in the VHVI (very high viscosity index) unit. VHVI is a process that produces base oils. The project went through VHVI's chain of operations, the various stages of the chain and the effect of different units on product quality.</p> <p>The main objective was to get more detailed information on the operation method of the base oil unit NB3080. The other objective was to collect data of a well-performed operation of the base oil unit NB3050 in December 2008. Data were collected by the TOP data collection system and the Oili analysis collection system. The data gained during test runs were then saved for later use. The result of this project will be used as a supporting tool in the change of operation methods.</p>	
Keywords	EHVI, base oils

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Insinööriyössä käytettyä sanastoa

1 JOHDANTO	7
2 VHVI-YKSIKÖN TUOTANTOKETJU	8
2.1 VHVI-tuotantoketju.....	8
2.2 Raakaöljyn tislausyksikkö (RT3).....	8
2.3 Tyhjötislausyksikkö 2 (TT2)	9
2.4 Vetykrakkausyksikkö (VK).....	9
2.6 VHVI-yksikkö.....	10
3.0 VHVI-KETJUN YKSIKÖIDEN TOIMINTA	10
3.1 Raakaöljyn tislausyksikkö (RT3).....	10
3.2 Tyhjötislausyksikkö (TT2)	11
3.3 Vetykrakkausyksikkö (VK).....	11
3.5 VHVI-yksikkö.....	11
4. VHVI:N TUOTTEET JA TUOTEOMINAISUUDET	12
4.1 Voiteluaineiden yleiset tuoteominaisuudet.....	12
4.2 Tuotteet	13
4.3 Viskositeetti.....	13
4.4 Noack eli haihtuvuus	14
4.5 Samepiste	14
4.6 Jähmepiste (JP)	15
4.7 Viskositeetti-indeksi	16
4.8 Väri.....	16

5. JOHTOPÄÄTÖKSET	16
LÄHTEET	18
LIITTEET	21
Liite 1 NB3020-tuotekortti (1.)	21
Liite 2 NB3030-tuotekortti (1.)	22
Liite 3 NB3043-tuotekortti(1.)	23
Liite 4 NB3050 tuotekortti (1.)	24
Liite 5 NB3060-tuotekortti (1.)	25
Liite 6 NB3080-tuotekortti (1.)	26

Insinööriyössä käytettyä sanastoa

Aromaattinen	Bentseenirenkaan sisältävä hiilivety
BEHVZ	VHVI:n bensiini
BEK	VK:n kevytbensiini
BER	VK:n raskasbensiini
BUTBEK	VK:n butaaninpoistimen bensiini
Isoparafiininen	Haaroittunut eli n-hiilivedystä isomeroitunut hiilivety
Hydraus	Vedyn avulla tapahtuva käsittely
KA	RT 3:n kaasuöljy
KAHVZ	VHVI:n kaasuöljy
KAIZ	VK:n kaasuöljy
KAK	RT 3:n kevyt kaasuöljy
KAR	RT 3:n raskas kaasuöljy
KART	TT 2:n raskas tyhjökaasuöljy
KAKT	TT 2:n keskiraskas tyhjökaasuöljy
Katalyytti	Aine, joka nopeuttaa kemiallista reaktiota tietyssä lämpötilassa kuitenkin itse kulumatta reaktiossa. Katalyytit luovat reaktiolle vaihtoehdoisen reaktioreitin, jolla on pienempi aktivoitumisenergia. Katalyytti osallistuu kemialliseen reaktioon, mutta ei ole reaktion alku- tai lopputuote
Krakkautuminen	Hiilivetyketjun pilkkoutuminen pienemmäksi
Leikkauspiste	Leikkauspiste on tislauksessa se raja, yleensä lämpötilan arvo, jonka ala- ja yläpuolella lämpötilaltaan olevat jakeet eivät kuulu tislaukskolonnin ulosottoon.
n-Parafiininen	Suoraketjuinen eli alkaaninen eli n-hiilivety
Nafteeninen	Sykloalkaani eli rengasrakenteinen hiilivety
PAH- yhdiste	Polyaromaattinen yhdiste

PEIZ	VK:n petroli
Polyaromaattinen	Useita bentseenirenkaita sisältävä hiilivety
PROHVZ	VHVI:n prosessiöljy
RT3	Raakaöljyn tislauksyksikkö
TT2	Tyhjötislauksyksikkö
TISTL	VK:n syöttö-öljyn tislauksen laboratoriomenetelmä, tislauksen loppu
VHVI	Perusöljy-yksikkö
VHVIZ	VHVI:n pohjaöljy
VK	Vetykrakkausyksikkö
ÖP	RT 3:n pohjaöljy
ÖPT	TT 2:n pohjaöljy
ÖPIZ	VK: n pohjatuote
ÖYT	TT 2:n ylimenoöljy

1 Johdanto

Tämä insinööritoiminta on tehty Neste Oil Oyj:n Porvoon jalostamon tuotanto-osastolle lisäämään perusöljyä valmistavan VHVI-yksikön ajotietämystä ja toimimaan pohjana uusien ajoneuvojen suunnittelussa.

Neste Oil Oyj aloitti öljynjalostuksen Porvoossa jo vuonna 1965. Jalostamon päätuotteet ovat bensiini ja diesel sekä huippuluokan perusöljyt, bensiinikomponentit, erikoispolttoaineet, bitumit ja lämmitysöljyt. Raakaöljyn vuosikapasiteetti jalostamolla on noin 14 miljoonaa tonnia vuodessa. (1.)

Suomessa käytetään voiteluaineita vajaa 100 000 tonnia vuodessa. Liikenteen osuus kulutuksesta on noin 45 % ja teollisuuden 55 %. Voiteluaineet voidaan jakaa raakaöljypohjaisiin ja synteettisiin voiteluaineisiin. Nestemäiset voiteluaineet eli voiteluöljyt ovat pääosin raakaöljypohjaisia. Raakaöljypohjaiset voiteluaineet koostuvat joko mineraaliöljyistä tai ns. perusöljyistä (XHVI) ja perusöljyihin lisättävistä, laatua parantavista lisäaineista. Synteettisiin voiteluaineisiin käytetään Suomessa eniten polyalfaolefiineja (PAO). Näiden lisäksi käytetään jonkin verran glykoleja, polyoliestereitä ja diestereitä. Synteettiset voiteluöljyt ovat ominaisuuksiltaan yleensä parempia, mutta hinnaltaan huomattavasti raakaöljypohjaisia voiteluaineita kalliimpia. (1; 2; 19.)

Neste Oil valmistaa sekä perusöljyä (XHVI; työpaikalla tunnetaan nimellä VHVI) että synteettistä voiteluainetta (PAO). Perusöljylaitos sijaitsee Porvoossa, PAO-laitos taas Belgian Beringenissä. VHVI-laitos tuottaa 240 000 tonnia vuodessa ja PAO-laitos 50 000 tonnia vuodessa. Neste Oil hallitsee 46 %:a Euroopan perusöljymarkkinoista sekä 18 %:a koko maailman perusöljymarkkinoista. (1; 15, s.3.)

2 VHVI-yksikön tuotantoketju

2.1 VHVI-tuotantoketju

Perusöljyä valmistava VHVI-yksikkö prosessoi raskaista öljyjakeista voiteluöljyluokan tuotteita. VHVI on monimutkainen yksikkö monimuotoisten syöttö/tuotepakettiensa vuoksi. Syötöillä edeltävistä yksiköistä eli raakaöljyjen valinnalla ja prosessointiolosuhteilla on suurin vaikutus eri ajotapojen ja tuotteiden onnistumiseen. Tämän vuoksi VHVI-yksikön ajo on yhteistyötä tuotannonohjauksen, kolmen tuotantolinjan sekä valmistuksen eli säiliöalueen ja laivauksen kanssa.

2.2 Raakaöljyn tislausyksikkö (RT3)

Raakaöljyn tislausyksikkö sijaitsee tuotantolinja kolmella. Se on Porvoon jalostamon ainut raakaöljyn tislausyksikkö ja on ollut toiminnassa vuodesta 1975. RT3:n suunnittelusyöttö on 1100 t/h raskaimmalle venäläiselle raakaöljylle, kevyemmälle raakaöljylle syöttö on hieman pienempi eli 850 t/h. Yksikön minimikapasiteetti on 500 t/h. Yksikön voidaan syöttää erilaisia raakaöljyalaatuja ja syöttömäärä on riippuvainen tisesaannosta ja – tarpeista sekä rikkilaitoksien kapasiteeteista. Raakaöljyinä käytetään venäläisiä ja Pohjanmeren raakaöljyjä. RT3 saa syöttönsä säiliöalueen U-kalliosäiliöistä. U-säiliöistä syöttö tulee säiliöön R-11, joka toimii samalla syötön tasaussäiliönä. RT3:ssa raakaöljyn prosessointi tapahtuu suolanpoistossa, esitislauksessa ja tislauksessa. RT3:sta saadaan tuotteina lauhtumattomia kaasuja, stabiloimatonta esitislauks- ja suoratislausbenssiiniä, petroolia, kevyttä kaasuöljyä (KAK), kaasuöljyä (KA), raskasta kaasuöljyä (KAR) ja pohjaöljyä (ÖP). (3.)

2.3 Tyhjötislausyksikkö 2 (TT2)

Tyhjötislaus 2 -yksikkö sijaitsee tuotantolinja kahdella. TT2:n suunnittelusyöttö on 310 t/h ja minimisyöttö on 160 t/h. TT2:ssa tislaus suoritetaan alipaineessa (paine on 95 kPa alipainetta kolonnin huipussa). TT2:n tuotteita ovat ylimenoöljy (ÖYT), kevyt tyhjökaasuöljy (KAKT), raskas tyhjökaasuöljy (KART) ja pohjaöljy (ÖPT). (4; 27.)

2.4 Vetykrakkausyksikkö (VK)

Vetykrakkausyksikkö sijaitsee tuotantolinja yhdellä. Yksikkö perustuu UNOCAL -yhtiön myymään lisenssiin ja on ollut käytössä vuodesta 1984. Yksikön minimisyöttö on 45 t/h. VK:ssa öljyn viskositeetti-indeksi kohoaa johtuen matalan viskositeetti-indeksin omaavien yhdisteiden krakkautumisesta tai muuttumisesta korkeamman viskositeetti-indeksin omaaviksi yhdisteiksi (aromaattien vedyttyminen tai nafteenien renkaanavautuminen). Vetykrakkausyksikössä öljyn prosessointi tapahtuu korkeapainereaktorissa vetypaineen ja katalyytin avulla, ja tuotteet saadaan erilleen tislaamalla butaaninpoistimessa ja tislauksessa. VK:n tuotteita ovat butaaninpoistimen bensiini (BUTBEK), kevytbensiini (BEK), raskasbensiini (BER), petroli (PEIZ), kaasuöljy (KAIZ) ja pohjatuote (ÖPIZ). (5; 6.)

2.6 VHVI-yksikkö

VHVI-eli perusöljy-yksikkö sijaitsee tuotantolinja yhdellä. VHVI perustuu CLG (Chevron Lummus Global) -yhtiön myymään lisenssiin ja on ollut käytössä vuodesta 1997. VHVI:n suunnittelusyöttö on 40 t/h ja minimisyöttö 20 t/h. VHVI-yksikön tarkoitus on prosessoida syöttö-öljy vetypaineen ja katalyytin avulla voiteluainekomponentiksi. VHVI:n tuotteita ovat bensiini (BEHVZ), kaasuöljy (KAHVZ), prosessiöljy (PROHVZ) ja pohjaöljy (VHVIZ). (8.)

3 VHVI-ketjun yksiköiden toiminta

3.1 Raakaöljyn tislausyksikkö (RT3)

Raakaöljyn tislausyksikössä syöttö-öljy johdetaan suolanpoiston, esitislauksen ja uunien kautta tislauskolonneihin, jossa eri jakeet erotetaan tislaamalla haluttuina tuotelaatuina ja syötetään muihin yksiköihin jatkokäsittelyä varten tai syöttövarastoihin. Raskaan kaasuöljyn laatu säädetään tislauksen leikkauspisteiden avulla niin raskaaksi kuin voidaan KAR- ulosottoa muuttamalla, huomioiden öljyn väri maksimiin 6. Ulosottolämpötilan noustessa yli 350 °C alkaa raskaan kaasuöljyn KARin väri tummua ja tämä on merkki polyaromaattien ja erityisesti asfalteenien sekä metallien nousemisesta KARin mukaan. (3; 9; 12; 23.)

3.2 Tyhjötislausyksikkö (TT2)

Tyhjötislausyksikkö tislaa RT3:n pohjaöljyn halutuiksi jakeiksi. Syöttö-öljy johdetaan uunin kautta tyhjökolonnein. (4; 12, s.4; 16, s.5; 25.)

3.3 Vetykrakkausyksikkö (VK)

Vetykrakkausyksikön tarkoituksena on krakata pitkäketjuisia hiilivetyjä lyhyemmiksi. VK on korkeapaineyksikkö, jossa syöttö-öljy lämmitetään syöttö-poistovaihtimissa ja uunissa ennen reaktoreihin johtamista. Krakkaus tapahtuu vetypaineen ja lämmön avulla eli vety sitoutuu lämmön vaikutuksesta pilkkoutuneisiin hiilivetyihin muodostaen alkaaneja. Reaktoreissa saadut tuotteet erotetaan esitislauksessa ja tislauksessa. (5; 6; 12.)

VK on ensimmäinen VHVI-tuoteketjun hydrausyksikkö, ja tämän vuoksi sen katalyytti käsittelee lähes kaikki epäpuhtaudet kuten rikin ja typen muuttamalla ne rikkivedyksi ja ammoniakiksi. Katalyyttimyrkkyinä toimivat metallit kuten Na, Ni, Si, Va, Cu. Tämän seurauksena VK:n käyntijakson pituus on vain puolet VHVI:n käyntijaksosta. (5; 6; 10; 12; 16, s.5; 23; 24.)

3.5 VHVI-yksikkö

VHVI:n tarkoitus on tuottaa VK:n pohjatuotteesta arvokkaampia tuotteita, kuten perusöljyä, prosessiöljyä sekä lähes aromaattivapaata dieseliä. VHVI:llä on alhainen jähmepiste (useimmiten -15 °C), korkea viskositeetti-indeksi ja mainio stabiilisuus. VHVI on korkeapaineyksikkö, jossa syöttö-öljy lämmitetään syöttö-poistovaihtimilla ja uunissa ennen reaktoreihin johtamista. Ensimmäisessä reaktorissa syöttö-öljyn pitkiä hiilivetyketjuja isomeroidaan, jolloin jähmepiste alenee tuotteessa. Tätä prosessin osaa kutsutaan myös vahanpoistoksi. (8; 9; 10; 13; 14; 22.)

Toisen reaktorin tarkoitus on avata neli- tai useampirenkaiset aromaattiset renkaat, jolloin VHVI:n tuotteen stabiilisuus vakioituu ja väri paranee. Reaktoreissa tapahtuu myös jäljellä olevien orgaanisten rikki- ja typpiyhdisteiden hydraaminen. VHVI siis prosessoi perusöljyistä jähmepisteen laaturajoja vastaavaksi sekä stabilisoi tuotteen. Lopuksi tuotteet erotetaan toisistaan paine- ja tyhjötlauksen avulla. (8; 9; 10; 13; 14; 22.)

Tyhjötlauksien tarve kautta koko VHVI-ketjun johtuu raskaasta öljysyötöstä. Tyhjötlauksessa tislautuu sellainen hiilivetyvirta, joka tavallisessa tislauksessa krakkautuisi pienemmäksi korkeiden lämpötilojen vuoksi. (23; 24.)

4 VHVI:n tuotteet ja tuoteominaisuudet

4.1 Voiteluaineiden yleiset tuoteominaisuudet

VHVI:n perusöljyistä voidaan valmistaa lisäainelisäyksellä voiteluaineita, joita käytetään monipuolisesti autojen moottori- ja vaihteistoöljyissä, ohjaustehostimissa, iskunvaimentimissa ja raskaan kaluston moottori- ja voimansiirtoöljyissä. Moottoriöljyn päätehtävä on lämmön siirtäminen pois moottorin palotilasta, palotilan tiivistäminen sekä moottorin liikkuvien osien välisen kitkan pienentäminen muodostamalla öljykalvo liikkuvien osien väliin. Voiteluaineilta vaaditaan tämän vuoksi hyviä viskositeettiominaisuuksia, matalaa jähmepistettä, korkeaa leimahduspistettä eli matalaa Noack-arvoa sekä hapettumisen- ja lämpötilankestokykyä, jotta voiteluaine muuttuu käytön aikana mahdollisimman vähän. Osa ominaisuuksista saadaan aikaan öljyn prosessoinnissa, mutta perusöljyihin lisätään myös lisäaineita haluttujen ominaisuuksien, kuten hapettumiseneston, parantamiseksi. Voiteluöljyssä on noin 75 % perusöljyä ja loput 25 % lisäaineita. (1; 2; 13; 17; 18, s. 5; 19.)

4.2 Tuotteet

Neste Oilin omat VHVI-perusöljyt on nimetty NB3000-sarjaksi. NB tulee sanoista NexBase ja 3000 on tuoteryhmän (VHVI:n tuotteet) numero. Kaksi viimeistä numeroa tulee VHVI:n pohjatuotteen kinemaattisesta viskositeetistä (KV) 100 °C:ssa, esimerkiksi tuotteessa NB3043 KV 100 °C:n tavoitearvo on 4,2:n ja 4,4:n välillä. Taulukossa 1 on esitetty eri tuotteiden ominaisuuksia. Arvoista voidaan nähdä Noack-arvon ja kinemaattisen viskositeetin 100 °C:ssa -arvon käänteinen verrannollisuus. Liitteinä 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 ovat tuotteiden Technical Data Sheet- kortit, joista taulukko 1 on koottu.

Taulukko 1: VHVI- tuoteominaisuudet eri perusöljytuotteilla.

Ominaisuus/Tuote	NB3020	NB3030	NB3043	NB3050	NB3060	NB3080
Kinemaattinen viskositeetti 100 °C (mm²/s)	2,1...2,3	2,7...3,1	4,2...4,4	4,8...5,2	5,7...6,3	7,8...8,2
Viskositeetti-indeksi	-	>100	>121	>120	>125	>125
Jähmepiste (°C)	< -42	< - 24	< - 12	< - 12	< - 12	< - 12
Noack (m-%)	-	-	<14,8	< 9	< 8	<5
Tiheys (kg/m³)	834	825	831	835	838	843

4.3 Viskositeetti

Viskositeetillä tarkoitetaan nesteen sisäistä kitkaa, joka vastustaa liikettä. Nesteen viskositeetti pienenee lämpötilan kasvaessa eli lämmön noustessa voiteluöljyn voitelevuus huononee. Mitä ”jäykempää” öljy on, sen suurempi viskositeetti sillä on. Öljyn viskositeetti ilmoitetaan yleensä kinemaattisena viskositeettinä (KV 100 °C), ja sen yksikkö on mm²/s. Kinemaattisen viskositeetin arvo saadaan lasketuksi valumisajasta, joka kuluu, kun öljynäyte valutetaan tietynsuuruisen kapillaariputken läpi. Kinemaattinen viskositeetti on aineen dynaaminen viskositeetti jaettuna aineen tiheydellä tietyssä lämpötilassa. Kinemaattiseen viskositeettiin arvoon vaikuttavat öljyn kemiallinen rakenne ja mo-

lekylin koko. Kinemaattisen viskositeetin arvo ilmoitetaan tietyssä lämpötilassa, joka voiteluaineille on yleensä 40 tai 100 °C. Lisäksi tuotteista tehdään kylmäviskositeettimäärittämiä esim. CCS-30 °C (dynaaminen viskositeetti). (2; 11; 13; 17, s. 8-10; 19.)

4.4 Noack eli haihtuvuus

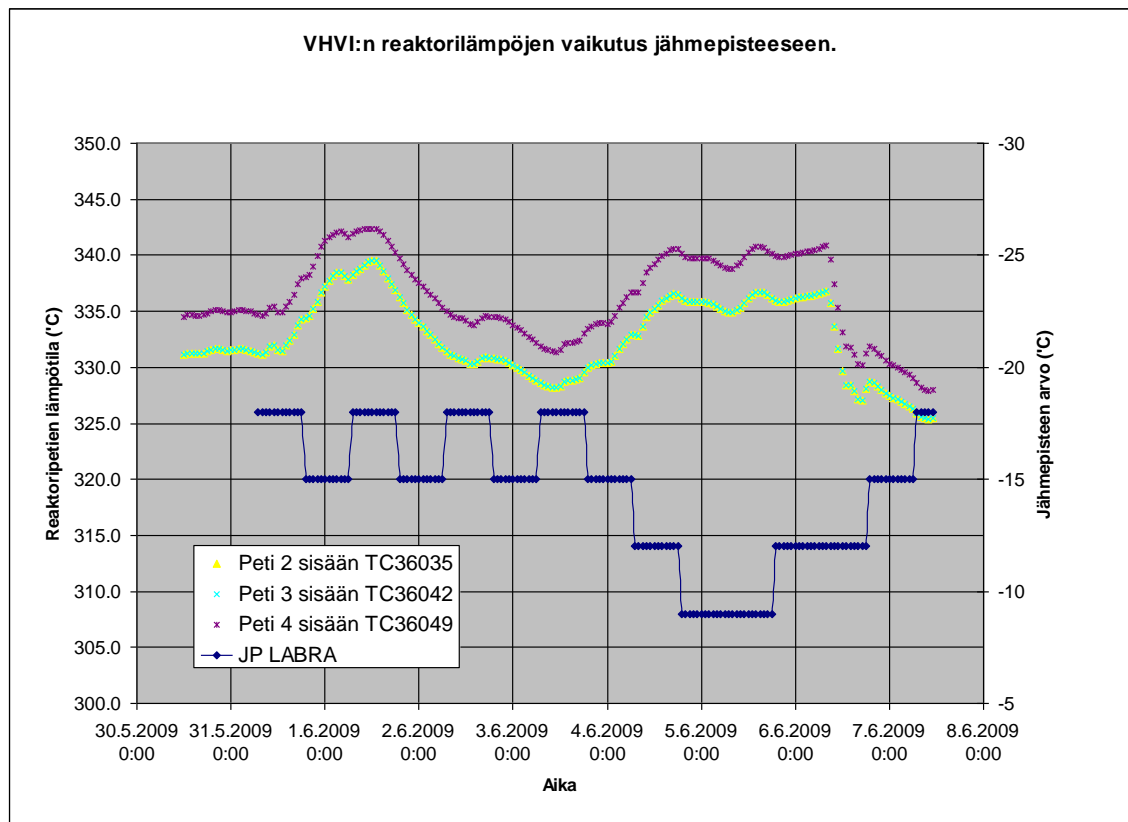
Noack-arvo eli haihtumishäviö kertoo, kuinka paljon öljyssä on helposti haihtuvia komponentteja eli kevyempiä hiilivetyjä. Noack määritetään vakio­lämpötilassa ja –ilmavirtauksella tunnin aikana ja ilmoitetaan massaprosentteina (m-%). Mitä matalampi Noack-arvo, sen paremmin voiteluaine pysyy kiinni voiteltavalla pinnalla häviämättä moottorista ja sitä vähemmän se aiheuttaa ympäristöhaittoja. Noack-analyysin korvaa kevyemmällä tuotteilla (NB3020/-30) leimahduspisteanalyysi LP. (2; 13; 14; 17, s.8-10; 19.)

4.5 Samepiste

Öljy on eri öljyjakeiden seos. Tietyn lämpötilan saavutettuaan helpoimmin jähmettyvät yhdisteet (yleensä pitkäketjuiset, parafiiniset hiilivedyt) alkavat muodostaa pieniä kiteitä erottuen öljystä. Samepiste kuvaa sitä lämpötilaa (°C), jossa öljy alkaa samentua. Samepiste voidaan määrittää vain öljyille, joiden molekyyli­koostumus on parafiininen, sillä muutoin saavutetaan suoraan jähmepisteen arvo. Samepistettä ei säädetä VHVI-ketjussa, vaan sen arvo kuvaa jähmepisteen suuntaa. (14; 17, s. 8-10.)

4.6 Jähmepiste (JP)

Jähmepiste on yhteydessä samepisteeseen. Kun lämpötilaa alennetaan samepisteen jälkeen, saavutetaan jähmepiste. Öljyn jähmepiste on se lämpötila (°C), jossa öljy ei virtaa enää omalla painollaan. Mitä matalammalle tasolle jähmepiste yksikössä pystytään pudottamaan, sen paremmin öljy on pumpattavissa matalissakin lämpötiloissa ja sen paremmin se voitelee myös alhaisissa lämpötiloissa. Jähmepistettä säädetään VHVI:n reaktorilämpöjen avulla syöttö-öljyn raskauden mukaan. Mitä raskaampi ajotapa, sen suuremmat reaktiolämmöt tarvitaan. Kuvassa 1 on kuvattu VHVI:n reaktorilämpöjen vaikutusta VHVIZ-tuotteen jähmepisteeseen. (2; 13; 14; 17, s. 8-10; 19; 24.)



Kuva 1: VHVI:n reaktorilämpöjen vaikutus VHVIZ- tuotteen jähmepisteeseen (20;21.)

4.7 Viskositeetti-indeksi

Nesteiden viskositeetit käyttäytyvät eri tavoin lämpötilan muuttuessa: jollain nesteillä viskositeetti muuttuu enemmän kuin toisilla. Tämän muutoksen suuruutta kuvataan viskositeetti-indeksillä (VI), joka saadaan lasketuksi viskositeettien arvoista 40 ja 100 °C:ssa. Mitä korkeampi VI on, sitä vähemmän viskositeetti muuttuu lämpötilan muuttuessa. VI on yksi tärkeimmistä laadussa pidettävistä tekijöistä VHVI-yksikössä, sillä sitä ei voida tuotteita sekoittamalla parantaa. (2; 13; 14; 17, s. 8-10; 19; 24.)

4.8 Väri

VHVIZ on normaalisti kirkasta ja väritöntä. Värin arvon laskua eli muuttumista keltaisemmaksi tai ruskehtavaksi voivat aiheuttaa liian raskas VK:n syöttö, liian kovat lämmöt VHVI:n reaktori DC-36002:lla ja liian suuret pohjankiehutuksen lämmöt tyhjötislauskolonni DA-36003:lla. (8.)

5 Johtopäätökset

Tässä insinööriyössä tutkittiin ajotapojen ja prosessiolosuhteiden vaikutusta tuotteiden ominaisuuksiin. Työssä käytiin läpi perusöljyä valmistavan VHVI-ketjun ajoa, ketjun eri vaiheita ja tarkasteltiin eri yksiköiden vaikutusta tuotteiden ominaisuuksiin.

Insinööriyön tarkoitus oli löytää ajoarvoja erilaisille ajotavoille myöhempää käyttöä varten, tästä esimerkiksi otimme hyvin onnistuneen perusöljy NB3050-ajon joulukuulta 2008. Muuttuvia parametreja oli työssä kuutisenkymmentä kappaletta ja laboratorio-analyysejä yli 30. Tiedonkeruun apuna käytettiin Porvoon jalostamolla käytössä olevaa prosessiolosuhteiden tiedonkeruujärjestelmää (TOP) ja analyysitietojen keruujärjestelmää (Oili).

Insinööriyön toinen tarkoitus oli koota VHVI-ketjun viimeisten yksiköiden tuotteiden laatuun saamisen operointiohjeet samaan paikkaan auttamaan ongelmatilanteiden ratkaisuisissa ja toimimaan käsikirjana uusien VHVI- operaattoreiden koulutuksessa.

Työn kokeellisessa osuudessa etsimme ajoarvoja perusöljy NB3080-ajotavalla kaksi kertaa, ensimmäinen maaliskuussa 2009, toinen touko- kesäkuussa 2009. VHVI:n ja sitä edeltävien yksiköiden parametrien tarvittavien arvojen miettiminen oli antoisaa ja ajotavanvaihtojen aikaisien vaikutusten arviointi mielenkiintoista.

Keräsimme tiedot koeajoista talteen ja niitä voidaan käyttää monipuolisesti hyväksi ajotavanvaihtoja tehtäessä sekä uusia ajotapoja suunniteltaessa. Suunnitellut ja etsityt tiedot sekä perusöljy NB3080-koeajoista että perusöljy NB3050-ajosta ovat osa Neste Oilin kilpailukeinoja menestyä vaativassa perusöljyjen teossa ja sen vuoksi niitä ei esitetä tässä opinnäytetyössä.

Työ monine muuttuvine parametreineen ja yksiköiden monipuolisine tietoineen teki työstä haastavaan. Yhteenvedoksi todettakoon, että VHVI-ketjun ajo vaatii seuraavia seikkoja onnistuakseen: Yhteistyö kautta koko VHVI-ketjun, analyysitietojen luotettavuus, ajotavanvaihtojen ennakointi hyvissä ajoissa sekä aktiivinen tiedon jakaminen niin prosessista, tulevista tuote-eristä kuin operoinneistakin.

Lähteet

Kirjallisuus/ Internet

1. Neste Oil, www -sivut: <<http://www.nesteoil.com/>>. Päivitetty 27.7.2009.
Luettu 28.9.2009
2. Riistama,Kyösti-Laitinen, Jorma-Vuori,Merja: Suomen kemianteollisuus, ISBN 952-9597- 54- 1, Tammer-paino Oy, Tampere 2005
3. Markkanen,Varpu-Liimatta, Jonas-Perttu- Roiha, Leena-Solantie, Juha:
RT 3. Käyttökäsikirja. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 26.9.2006
4. Sarikkola, Marja. TT-2:n yksikköohjeet: Operointikäsikirja. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 29.2.2006
5. Laanti, Sari. VK:n yksikköohjeet: prosessin kuvaus. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 5.12.2006
6. Pahkamäki, M-R. VK:n yksikköohjeet: normaalioperointi. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 26.1.2007
7. Koskinen, Jari. Yksikköohjeet. prosessin kuvaus. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 22.9.2004
8. Pahkamäki, M-R. VHVI-yksikön prosessikuvaus. Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 8.2.2007
9. Pahkamäki, M-R. VHVI-koulutus_RT3_TT2_ZJL (PowerPoint- esitys). Porvoon Jalostamo. Fortum Oil and gas Oy. 13.12.2002
10. Chevron, VHVI:n käyttökäsikirja.
11. Pahkamäki, M-R. Voiteluaineelta vaadittavat ominaisuudet. (PowerPoint -esitys) Porvoon Jalostamo. Fortum Oil and gas Oy. 4.2.2002
12. Uusitalo, Kaisa. VK: n vaikutus VHVI:n tuotteisiin. (PowerPoint- esitys). Porvoon Jalostamo. Neste Oil Oyj. 5.5.2008

13. Koskihaara, Kimmo. Tutkimusraportti: Hiilivetyjen rakenteen ja perusöljyn valmistusketjun vaikutuksesta perusöljyjen voiteluaineominaisuuksiin. Porvoo. Fortum Oil and Gas, 10.8.1998
14. Koivusalmi, Eija-Aalto, Pekka- Pahkamäki, M-R-Koskihaara, Kimmo: VK-koeajot 1999- 2000 raakaöljyjen ja konversion vaikutus perusöljyn ominaisuuksiin ja tuotantomääriin. Porvoo. Fortum Oil and Gas. 2007
15. Holmqvist Henrik. VHVI-seminaari. Koulutusmateriaali. Neste Oil Oyj. 5.5.2008
16. Virokannas Tom. VHVI-seminaari. Koulutusmateriaali. VHVI-tuotanto. (PowerPoint- esitys). Porvoon Jalostamo. Neste oil Oyj 5.5.2008
17. Solantie Juha. VHVI-tuotteiden kaksikomponenttiseosten ominaisuuksien mallinnus Nesteen Porvoon jalostamolle. Insinööriyö. Espoon-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu 14.4.1999
18. Refine, Neste Oilin sidostyhmäjulkaisu, nro 1/2009
19. Perusöljytietoa <<http://www.baseoilmarket.com/oil.php>>. Päivitetty 3.8.2009. Luettu 24.8.2009.
20. Top- järjestelmä
21. Oili-järjestelmä
22. UOP, UnicrackingTM Process technology, Learner Guide, 2008

Suulliset lähteet

23. Paappanen Eero. VK: n ohjaamo-operaattori. Porvoon jalostamo. Huhtikuu 2009
24. Uusitalo Kaisa. VHVI- yksikön käyttöinsinööri. Porvoon jalostamo. Kesäkuu 2009
25. Koivunen Heikki. TT 2 ohjaamo-operaattori. Porvoon jalostamo. Huhtikuu 2009
26. Virokannas Tom. Tuotannonohjaaja. Porvoon öljynjalostamo. Huhtikuu 2009

27. Oinonen Timo. Tl-2 tuotantomestari. Porvoon öljynjalostamo. Kesäkuu 2009

28. Hakkarainen Mikko. Vuoron tuotannonohjaaja. Porvoon öljynjalostamo. Kesäkuu 2009

Liitteet

Liite 1 NB3020-tuotekortti (1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
Technical Data Sheet		BASE OILS	NEXBASE 3020	
Edition 8				
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3020				
Description	NEXBASE 3020 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base stock comprising of hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3020 is used in hydraulic and transmission oil formulations.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	(1)	ASTM D 4176-1
Viscosity at 100°C	mm ² /s	2.1 - 2.3	2.2	ASTM D 445
40°C		≥ 7.1	7.5	
-20°C		≤ 135	125	
Pour Point	°C	≤ -42	-45	ASTM D 97
Flash Point	°C	≥ 155	160	ASTM D 93
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D 1500
Density, at 15°C	kg/m ³	-	834	ASTM D 4052
1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex.				
2) Long-term average value				
Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.				

Liite 2 NB3030-tuotekortti (1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
		<small>Edition 5</small>		
Technical Data Sheet	BASE OILS	NEXBASE 3030		
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3030				
Description	NEXBASE 3030 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base stock comprising of hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3030 is used in hydraulic and transmission oil formulations.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	(1)	ASTM D-4176-1
Viscosity at 100°C 40°C	mm ² /s	2.7 – 3.1	3.0 12	ASTM D-445
Viscosity Index	()	≥ 100	111	ASTM D-2270
Pour Point	°C	≤ -24	-30	ASTM D-97
Flash Point	°C	≥ 170	198	ASTM D-92
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D-1500
Density, at 15°C	kg/m ³		825	ASTM D-4052
<p>1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex.</p> <p>2) Long-term average value</p>				
<p><small>Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.</small></p>				

Liite 3 NB3043-tuotekortti(1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
Technical Data Sheet		BASE OILS		NEXBASE 3043
Edition 3				
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3043				
Description	NEXBASE 3043 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base oil comprising hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3043 is suitable for use in formulating high-quality 5W/X and 10W/X engine oils. NEXBASE 3043 conforms with API/ATIEL Base Stock Group III and it is used also in compressor and hydraulic oil formulations as well as in gear and circulation oils.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	1)	ASTM D-4176-1
Viscosity at 100°C	mm ² /s	4.2 - 4.4		ASTM D-445
Viscosity at 40°C			20 - 21	
Viscosity Index	()	≥ 121		ASTM D-2270
Pour Point	°C	≤ -12	-18	ASTM D-97
Flash Point	°C	≥ 220	224	ASTM D-92
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D-1500
Noack Volatility	w-%	≤ 14.8	14.4	CEC L-40-93b
Density, at 15°C	kg/m ³		831	ASTM D-4052
1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex. 2) Long-term average value				
<small>Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.</small>				

Liite 4 NB3050 tuotekortti (1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
Technical Data Sheet		BASE OILS		NEXBASE 3050
Edition 3				
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3050				
Description	NEXBASE 3050 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base oil comprising of hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3050 is suitable for use in formulating high-quality 5W/X and 10W/X engine oils. NEXBASE 3050 conforms with ACEA Group III and it is used also in compressor and hydraulic oil formulations as well as in gear and circulation oils.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	(1)	ASTM D-4176-1
Viscosity At 100°C 40°C	mm ² /s	4.8 - 5.2	5.1 26	ASTM D-445
Viscosity Index	()	≥ 120	126	ASTM D-2270
Pour Point	°C	≤ -12	-15	ASTM D-97
Flash Point	°C	≥ 220	240	ASTM D-92
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D-1500
Noack Volatility	w-%	≤ 9	8.4	CEC L-40-93b
Density, at 15°C	kg/m ³		835	ASTM D-4052
1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex.				
2) Long-term average value				
Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.				

Liite 5 NB3060-tuotekortti (1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
Technical Data Sheet		BASE OILS		NEXBASE 3060
Edition 5				
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3060				
Description	NEXBASE 3060 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base oil comprising of hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3060 is suitable for use in formulating high-quality engine oils. NEXBASE 3060 conforms with ACEA Group III, and is a natural ISO 32 base stock which is used also in compressor and hydraulic oil formulations as well as in gear and circulation oils.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	(1)	ASTM D-4176-1
Viscosity at 100°C 40°C	mm ² /s	5.7 - 6.3	6.0 33	ASTM D-445
Viscosity Index	()	≥ 125	128	ASTM D-2270
Pour Point	°C	≤ -12	-15	ASTM D-97
Flash Point	°C	≥ 220	240	ASTM D-92
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D-1500
Noack Volatility	w-%	≤ 8	5.7	CEC L-40-93b
Density, at 15°C	kg/m ³		838	ASTM D-4052
1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex.				
2) Long-term average value				
Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.				

Liite 6 NB3080-tuotekortti (1.)

NESTE OIL		NEXBASE		
		Edition 1		
Technical Data Sheet	BASE OILS	NEXBASE 3080		
HYDROISOMERIZED BASE STOCKS NEXBASE® 3080				
Description	NEXBASE 3080 is a colourless, catalytically hydroisomerized and dewaxed base oil comprising of hydrogenated, highly isoparaffinic hydrocarbons.			
Applications	NEXBASE 3080 is suitable for use in formulating high-quality engine oils. NEXBASE 3080 conforms with ACEA Group III, and is a natural ISO 50 base stock which can be used also in compressor and hydraulic oil formulations as well as in gear and circulation oils.			
Technical Data				
Property	Unit	Specification value	Typical value (2)	Test method
Appearance		Pass	(1)	ASTM D-4176-1
Viscosity at 100°C 40°C	mm ² /s	7.8 - 8.2	8.0 50	ASTM D-445
Viscosity Index	()	≥ 125	128	ASTM D-2270
Pour Point	°C	≤ -12	-15	ASTM D-97
Flash Point	°C	≥ 220	260	ASTM D-92
Colour	()	≤ 0.5	< 0.5	ASTM D-1500
Noack Volatility	w-%	≤ 5	3.5	CEC L-40-93b
Density, at 15°C	kg/m ³		843	ASTM D-4052
<p>1) Clear and bright liquid on visual observance, and no water or particulates observed at the bottom of the vortex.</p> <p>2) Long-term average value</p>				
<p>Unless otherwise specified the latest version of the test methods is referred to. Nexbase is a trademark or a registered trademark of Neste Oil Corporation.</p>				