

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Bakalářská práce

**Kvalitativní a ekonomické parametry motorové nafty
v Ústeckém kraji**

Autorka: Eliška Kholová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Hönig, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Eliška Kholová

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Kvalitativní a ekonomické parametry motorové nafty v Ústeckém kraji

Název anglicky

Qualitative and economic parameters of diesel in the Usti Region

Cíle práce

Cílem práce je popis a sledování kvalitativních parametrů motorových naft a jejich ekonomický vývoj ve vybraném regionu.

Metodika

- prostudovat základní literaturu, normy, internetové odkazy a další prameny
- provést literární rešerši v oblasti motorových paliv
- provést vlastní analýzu a uvést nové případné teoretické předpoklady a názory
- experimentálně ověřit kvalitativní parametry a cenový vývoj nafty v daném regionu

Doporučený rozsah práce

30

Klíčová slova

palivo, nafta, ropa, čerpací stanice, bionafta

Doporučené zdroje informací

- BECKER, J., WITTMANN, C.: Bio-based production of chemicals, materials and fuels – *Corynebacterium glutamicum* as versatile cell factory, *Current Opinion in Biotechnology* 23/4 (2012), pp. 631–640.
- DUKULIS, I., PIRS, V., JESKO, Z., BIRKAŠ, A., BIRZIETIS, G.: Development of Methodics for Testing Automobiles Operating on Biofuels. In: *Proceedings of the 8th International Scientific Conference 'Engineering for Rural Development'*. Latvia University of Agriculture, Jelgava (2009), pp. 148–155.
- European Commission: Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply. Brusel 29. 11. 2000 COM(2000) 769, pp. 111. [online]. [cit. 2010-05-06]. Dostupné na: <http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf>.
- HÖNIG, V.: Cvičení z paliv a maziv. 2013, ČZU v Praze, ISBN 978-80-213-2384-1, 107 s.
- HÖNIG, V. Paliva a maziva. 2013, Paměťový nosič CD, Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN 978-80-213-2432-9, 564 s.
- HROMÁDKO, J. – HROMÁDKO, J. – HÖNIG, V. – MILER, P. Spalovací motory. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011, 296s. ISBN 978-80-247-3475-0.
- International energy agency, 2014: Key world energy statistics 2013. [online]. [cit. 2014-07-09]. Dostupné na: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>>.
- JEVIČ, P., ŠEDIVÁ, Z.: Stav a požadavky na udržitelnou výrobu směsných a biogenních pohonných hmot. [Status Quo and Requirements for Sustainable Production of Blended and Biogenic Fuels]. Sborník přednášek a odborných prací vydaný k 10. mezinárodnímu semináři konanému 3. dubna 2012 jako odborná doprovodná akce 12. mezinárodního veletrhu zemědělské techniky TECHAGRO 2012. Praha: VÚZT, 2012, ISBN 978-80-86884-66-0. 121s.
- MATĚJOVSKÝ, V.: Automobilová paliva, Grada Publishing, a.s., Praha, 2005, 224s., ISBN 80-247-0,50-5.
- Nařízení vlády č. 351/2012 Sb. ze dne 3. října 2012 o kritériích udržitelnosti biopaliv [online] 20012-03-10 [cit. 2015-10-10]. Dostupné na: <<https://www.kr-olomoucky.cz/download.html?id=15918>>.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Vladimír Hönig, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra chemie

Elektronicky schváleno dne 19. 9. 2016

Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Kvalitativní a ekonomické parametry motorové nafty v Ústeckém kraji“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce Ing. Vladimírem Hönigem, Ph.D. Použila jsem odbornou literaturu a další informační zdroje, které jsou v práci citovány a uvedeny v seznamu literatury na jejím konci. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 31. 03. 2017

Podpis autora:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu Ing. Vladimíru Hönigovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce, odborné a cenné rady, pomoc při zpracování výsledků a vstřícný přístup. Dále panu Janu Jenčíkovi za odborné vedení při laboratorním měření.

Chtěla bych poděkovat také svým rodičům za podporu, pomoc při shromažďování vzorků a sebevědomí, které mi dodávali v průběhu celého studia.

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je popis a sledování kvalitativních parametrů motorových naft a jejich ekonomický vývoj v Ústeckém kraji. První část obsahuje obecné informace o ropě, motorové naftě, příslušných normách a čerpacích stanicích, které slouží k proniknutí do daného tématu. Při zastoupení funkce České obchodní inspekce je zobrazena situace v oblasti kvality motorové nafty v Ústeckém kraji pomocí experimentální části. Analýzy poukazují na odchylky v parametrech, jež mohou vést k závadám na vozidle a znečištění ovzduší. Většina čerpacích stanic prodává naftu, která obsahuje větší množství mechanických nečistot než předepisuje norma. Nejvyšší motorovou naftu distribuuje čerpací stanice Benzina v Teplicích. Nejhorší odklon od normy se objevuje na čerpací stanici Mol, která se nachází také v Teplicích. Výsledky přechodné motorové nafty vykazují lepší hodnocení než zimní typ. Vyšší cena paliva nezaručuje jeho větší kvalitu.

Klíčová slova: palivo, nafta, ropa, parametry, čerpací stanice

Summary:

The aim of this Bachelor's thesis is description and monitoring qualitative parameters of diesel oil and its economy development in Ústecký region. The first part contains general information about oil, diesel oil, corresponding standards and gas stations, which work to penetration into the topic. Experimental part displays situation of diesel oil's quality in Ústecký region in representation of Czech Trade Inspection's function. Analyzes show differences in parameters, which can lead to car's defect and air pollution. Most of gas stations sell oil, which contains more mechanical dirt than prescribe standard. The best diesel oil distribute gas station Benzina in Teplice. The worst departure from standard appears in gas station Mol, which is located also in Teplice. The results of temporary diesel oil show better rating than winter type. Higher price doesn't guarantee its higher quality.

Key words: fuel, diesel oil, oil, parameters, gas stations

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Současný stav řešené problematiky	2
2.1	Ropa a paliva	2
2.1.1	Vznik ropy	2
2.1.2	Těžba ropy	3
2.1.3	Metody těžby	3
2.1.4	Složení ropy	4
2.1.5	Zpracování ropy	4
2.1.6	Využití ropy	5
2.1.7	Paliva a jejich druhy	5
2.2	Nafta	6
2.2.1	Výroba motorové nafty	7
2.2.2	Druhy motorových naft.....	8
2.2.3	Norma ČSN EN 590 + A1	9
2.2.4	Vznětové motory.....	9
2.3	Parametry motorové nafty	10
2.3.1	Cetanové číslo a index	10
2.3.2	Hustota	11
2.3.3	Bod vzplanutí.....	12
2.3.4	Obsah síry	12
2.3.5	Destilační křivka	12
2.3.6	Chladové parametry	13
2.3.7	Karbonizační zbytek	14
2.3.8	Obsah vody	14
2.3.9	Obsah mechanických nečistot.....	15
2.3.10	Kinematická viskozita.....	15
2.3.11	Oxidační stálost.....	16
2.3.12	Mazivost.....	16
2.3.13	Obsah methylesterů mastných kyselin.....	17
2.3.14	Obsah popela.....	17
2.4	Příspěvky do motorové nafty.....	17
2.5	Čerpací stanice pro výběr vzorků	17
3	Cíl bakalářské práce.....	20
4	Metodika bakalářské práce	21

4.1	Hustota paliv	21
4.2	Destilace	21
4.3	Cetanové číslo.....	22
4.4	Cetanový index	22
4.5	Bod vzplanutí.....	23
4.6	Kinematická viskozita	23
4.7	Bod zákalu TVP.....	23
4.8	Ztráta filtrovatelnosti CFPP	24
4.9	Mechanické nečistoty	24
4.10	Obsah vody	24
5	Výsledky experimentů	25
6	Diskuze	37
7	Závěr	40
	Použitá literatura	41
	Seznam obrázků.....	45
	Seznam tabulek.....	46
	Seznam zkratek.....	46

1 Úvod

Tématem mé bakalářské práce je „Kvalitativní a ekonomické parametry motorové nafty v Ústeckém kraji“. V dnešní době se každý, kdo vlastní motorové vozidlo, zajímá o jakost a cenový vzrůst či pokles motorových paliv. Zda nejsou některými čerpacími stanicemi přeceňovány a neklamou nás o jejich složení a kvalitě. Tato problematika se objevuje ve většině regionů či státech. Například Ústecký kraj je spojován s levnou, ale ne tak kvalitní naftou, a to si část obyvatel spojuje se špatnou smogovou situací v tomto kraji. Někteří dodavatelé naftu ředí a tím způsobují motoristům problémy. V závislosti na jejich činech mohou vzniknout poruchy na automobilech, případně může nastat větší znečištění ovzduší. Jelikož je ne každý řidič zběhlý v používání aditiv, dá za pravdu jejich výrobcům, kteří v některých případech doporučují využívání veškerých svých výrobků, čímž se však může automobilu uškodit. Některé zásoby motorové nafty pro Českou republiku byly uskladněny u německé soukromé firmy, která nakonec zkrachovala. Ještě do nedávna zde byla nafta uvězněna, avšak v několika posledních týdnech ji začali postupně přivážet zpět. Podle odborníků je však její kvalita v pořádku.

Mnohdy vznikají situace, kdy je cena pohonných hmot nepřiměřená. To je ovlivněno kurzem koruny vůči dolaru, z důvodu nákupu nafty na světovém trhu. Určitý vliv má i poptávka po palivech. Například vyšší cena je zaznamenávána v letních obdobích, ale není to tak markantní, na rozdíl od benzinů. Avšak může se spojit i s tím, v jaké fázi se nachází hospodářský cyklus, kvůli nákladní dopravě. Jeden z dalších důvodů vysoké ceny je vysoká spotřební daň, která se připočítává k základu daně z přidané hodnoty (21 %). Jelikož bude časem situace s ropnými nalezišti, co se týká existence ropy, horší a horší, budou rafinérské společnosti hodnotu paliv stále zvyšovat.

2 Současný stav řešené problematiky

Tato kapitola obsahuje popis jednotlivých informací, které se týkají obecného zaměření bakalářské práce.

2.1 Ropa a paliva

Zápalná, olejovitá hmota, světle žluté až tmavě černé barvy. Patří mezi fosilní zdroje, které vznikly fosilizací pravěkých rostlin a živočichů, jinak řečeno zkameněním. Při vzniku migrovala za působení horotvorných procesů a tlaků, proto ji nenacházíme v blízkosti místa vzniku. V dnešní době ji získáváme z podzemních nalezišť a používáme ji jako zdroj energie. Cena se odvíjí od její těžby a dopravy. [2;3;4]

2.1.1 Vznik ropy

Existují dvě hlavní teorie o vzniku ropy, ale je možná i její výroba. [5]

Anorganická teorie: uvažuje o vzniku ropy z anorganických sloučenin. V zemské kůře se obvykle nachází alkalické kovy, díky nimž mohou vzniknout karbidy kovů. Ropa mohla vzniknout pomocí reakce vodní páry s oxidy uhlíku. Dokážeme sem zařadit i teorii o kosmickém původu ropy, jelikož je atmosféra některých planet složena z methanů a členů skupiny stejného typu a podobných vlastností jako je ethan, propan a další alkany. [2]

Organická teorie: je podporována faktem, že se ropa většinou nachází v horninách, jejichž hmota byla přinesena zejména vodou a vzduchem anebo vznikly krystalizací magmatu při jeho chladnutí. Teorii napomáhá zjištění podobné struktury sloučenin, které se nachází v mikroorganismech a v některých ložiscích ropy se objevuje výskyt fosilních zbytků mikroorganismů. Také díky velké relativní molární hmotnosti, vysokému obsahu kyslíku, síry a dusíku a velkému obsahu asfaltu se blíží materiálu, který byl původně organický. Avšak můžeme také předpokládat, že se ropa do sedimentů nebo jiných hornin dostala až pomocí migrace. [2;5] Ale jelikož máme různé typy ropy, předpokládáme, že některá vznikla anorganicky jiná organicky. Různorodost vysvětlujeme zejména různými organickými materiály. Pokud známe vznik ropy, máme větší předpoklady ji nalézt. [2]

2.1.2 Těžba ropy

V dnešní době těžíme ropu ropnými vrty. Na razícím hrotu, který rotuje, jsou připevněné diamanty nebo ocelové hroty. Čím je hornina tvrdší, tím je rychlost ražení nižší – 30 cm·hod⁻¹ až 60 m·hod⁻¹. Při vrtání musí být chlazena hlavice razící tyče vrtnou kaší, která je vháněna pod hrot. Proti nekontrolovatelnému vystřikávání ropy je ve vrchní části vrtu umístěn tlakový ventil. Ropu nalzáme pod zemským povrchem v několika metrech až kilometrech. Převážná část se nachází v hloubce 0,6–2,4 km. V mělkých ložiskách se obvykle vyskytuje více ropy na jednotkový objem horniny. Je to zapříčiněno tím, že sedimentární horniny, které jsou hlouběji uložené, jsou méně pórovité než horniny uložené blíže k zemskému povrchu. Tento fakt nastává důsledkem tlaku nadloží. [2;8;9]

Propustné horniny, obvykle pískovec nebo vápenec, obsahují ve svých pórech ropu. Není možné ji nalézt v podzemních jeskyních (jezera, moře). V oblastech, které jsou přístupné, již zcela jistě byla většina ložisek nalezena. Z tohoto důvodu se musí zkoumat i méně přístupná místa např. větší hlubiny pod mořem. [2]

2.1.3 Metody těžby

Poté co se navrtá ropné ložisko, je nutné z hloubky (až několik km) dostat ropu k povrchu. Způsoby těžby:

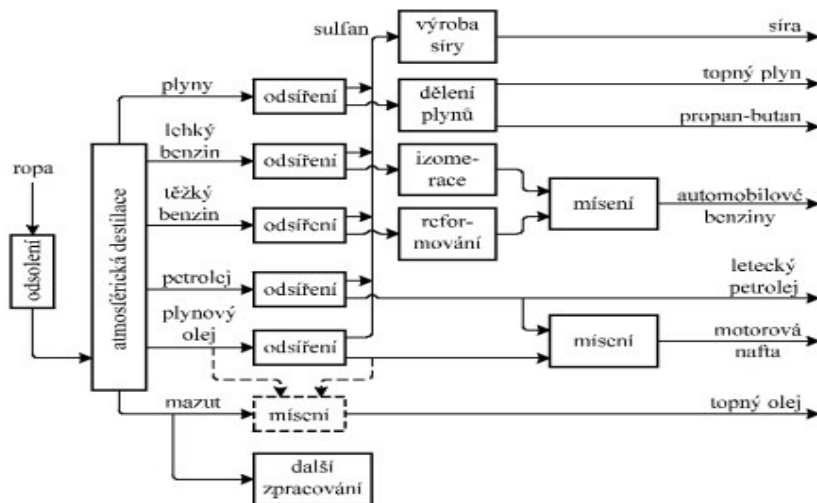
- Primární – využívá se přirozené energie ložiska s jednoduchými čerpacími stanicemi. Zařadit sem můžeme těžbu pomocí kontrolovatelného toku, proudu plynu a čerpání. Zásluhou primární metody dokážeme získat přibližně 20 % ropy, která se ukrývá v nalezišti. Nad ropou se vyskytuje zemní plyn, který je pod tlakem a ropa je tak vytlačována ven. Časem však tlak klesne až k bodu, kdy se musí začít se sekundární metodou.
- Sekundární – v ložisku je udržován požadovaný tlak pomocí vtlačení vody, vzduchu nebo ložiskového plynu. U tohoto způsobu těžby těžíme klasickými vahadlovými pumpami. Rozlišujeme zde těžbu podporovanou vháněním plynu nebo vody. Je možné vytěžit dalších 5–15 % ropy.
- Terciální – k té se dostáváme v případě, že už nefunguje základní ani druhotná metoda a další těžba je ještě ekonomicky výnosná. U této metody je potřeba snížit viskozitu ropy, což se provádí injektáží horkou parou. Díky tomuto způsobu se dá nabýt dalších 5–5 % ropy z úplného počtu. [2;8;9]

2.1.4 Složení ropy

Ropa je kapalina, která má hustotu obvykle mezi 800–900 kg·m⁻³. Skládá se z plyných, kapalných a tuhých látek. Obsahuje tisíce sloučenin o různé struktuře, které jsou organické. Mezi největší část ropy patří uhlovodíky, dalšími strukturálními skupinami jsou sírné, kyslíkaté a dusíkaté sloučeniny (heterosloučeniny a vysokomolekulární sloučeniny). V poměrně malém množství anorganické a organické soli, které obsahují kovy. [7] Další informace o složení ropy viz příloha 6.

2.1.5 Zpracování ropy

Existuje několik různých postupů pro zpracování ropy. Výběr postupu se řídí složením ropy, kvalitou a kvantitou požadovaných produktů. Zpracováváme ji v rafinériích, které mohou pokračovat petrochemickými závody. Nejprve ji odsolujeme a pak je pomocí atmosférické a vakuové destilace rozdestilována na užší frakce a ty zpracováváme samostatně. Z atmosférické destilace produkujeme frakce motorových paliv (obr. 2.1) a produktem vakuové destilace jsou olejové frakce. [1;2;6]



Obr. 2.1 Destilace ropy [2]

Plyny po odsíření rozdělíme na topný plyn (s obsahem hlavně methanu a ethanu) a dále na propan a butan. Využití petroleje po jeho odsíření se nachází v oblasti leteckých motorů nebo motorových naft. Hlavní složkou motorové nafty je odsířený plynový olej. Mazut se

při sníženém tlaku vakuově destiluje, tím jsou od asfaltu odděleny těžké topné oleje. Nežádoucích příměsí (např. parafinů) se zbavíme další rafinací získaných produktů. [1;2;6]

2.1.6 Využití ropy

Kromě různých druhů paliv a jiných chemických látek, které jsou zobrazeny v *tab. 2.1*, je ropa využívána v potravinách, nebo v obrovském množství při zemědělské výrobě. Je obsažena v hnojivech a pesticidech, které by se v této době bez ní už neobešly. Kvůli tomu je v jedné kalorií potraviny schováno 10 kalorií ropy. Obaly pro potravinářské výrobky, které jsou z plastů a umělých hmot, jsou také vyráběny z ropy. [12] V *příloze 3* je zobrazeno schéma využívání ropy v rafinérském a petrochemickém průmyslu. [10]

Tab. 2.1 Využití ropy [11]

Pohonné hmoty	Automobilový benzin	Motorová nafta	LPG	Pohonné hmoty pro leteckou dopravu	-
Mazací oleje	Motorové oleje	Převodové oleje	Ostatní oleje	Obráběcí, technologické a konzervační prostředky	Průmyslové oleje a maziva
Petrochemické výrobky	Ethylen	Butadien a jeho deriváty	Propylen	Aromáty a jejich průmyslově využívané deriváty	Diaromáty a jejich průmyslově využívané deriváty

Co se týče oblečení, tak až 70 % je vytvořeno z umělých vláken. I v bavlněném oblečení se ve stopovém množství najde. Semena bavlny jsou chráněna chemickými postřiky proti hmyzu a zvyšují houževnatost při suchu. Například ženské silonové ponožky nebo punčocháče jsou vytvořeny rovnou z ropy. [11] Ropu lze nalézt i ve farmaceutických výrobcích, které pomáhají bojovat s horečkou nebo s bolestí. Objevuje se i u kosmetických výrobků jako jsou parfémy, rtěnky, make-up, který obsahuje olej, vosk a barvivo z ropy. Setkáme se s ní i při úklidu domácnosti, je obsažena v čisticích prostředcích. [11]

2.1.7 Paliva a jejich druhy

Jejich rozvíjení trvá déle než jedno století, za spolupráce chemiků, kteří se zabývají palivem a konstruktérů, kteří vytvářejí motory. V posledních třech desetiletích je jejich vývoj zcela podřízen životním podmínkám a veškerým činnostem, s nimiž životní prostředí souvisí. [49] V druhé polovině 19. století vznikl první motor na benzin, který mohl spálit

plyn i benzin. Ke konci 19. století se objevil motor, který byl schopný spalovat destilát ropy, původně však jeho palivem měl být uhelný prach. S postupem dalších let se začala sjednocovat kvalita paliv různých norem a jejich celkový výzkum. V současnosti mimo různá automobilová paliva, která jsou běžně na trhu, máme k dispozici další chemické látky, které je možné použít jako palivo, případně jako složku paliv do spalovacích motorů. [1;3]

Palivo = látka, která je schopna zároveň splňovat 3 „E“ kritéria:

- „Energetické hledisko: maximum MJ/kg paliva, přičemž další dvě kritéria (ekonomické a ekologické) nesmějí vyznívat kontroverzně;
 - Ekonomické hledisko: minimální cena za produkovanou jednotku energie (kJ/MJ), v optimální hodnotě Kč/kJ nebo v Kč/MJ;
 - Ekologické hledisko: vliv spalování daného paliva na znečištění životního prostředí.“
- [52]

Existují paliva, která je možno dělit podle jejich skupenství. Dle tuhého mohou být přírodní (uhlí, dřevo, rašelina, biomasa), anebo uměle vytvořená (koks a modifikovaná biomasa). U kapalného skupenství objevíme paliva přírodní např. ropu, dále různé druhy benzinů, petrolejů, mazutů a topných olejů, které řadíme do umělých paliv a frakcí ropy. Dalším kapalným palivem může být syntetické palivo vzniklé na základě uhlí, nebo některého ropného produktu. Případně se zde nachází některé z kapalných paliv, co vznikly z biomasy, jako jsou metylestery rostlinných olejů a kvasný líh. Do paliv plyných zařadíme paliva přírodní (zemní a bahenní plyn), bioplyn, dřevoplyn aj. Další známé rozdělení je dle vývojového stádia. Paliva zachovaná z dávné geologické minulosti při určité zvířené a rostlin na určitém území. Do přechodných paliv zařadíme rašelinu. Paliva, která v současné době existují, stále vznikají zásluhou fotosyntézy a slunečního záření (dřevní hmota, biomasa aj.).

[52]

2.2 Nafta

Jedná se o směs uhlovodíků, které jsou kapalné. V jednom řetězci obsahuje 10 až 22 uhlíků (druhy izoalkanů, n-alkanů, alkenů, naftalenů a aromátů). Klíčovou složkou pro výrobu nafty je ropa. Ta je zpracovávána pomocí destilace v závodě na rafinaci, a to ve dvou

stupních. Jak již bylo řečeno u zpracování ropy, jedná se o atmosférickou a vakuovou destilaci. Jejich produktem jsou směsi uhlovodíků, jejichž odlišnost se nachází v rozmezí bodu varu přibližně mezi 180 až 370 °C. [36;52]

2.2.1 Výroba motorové nafty

Motorovou naftu řadíme kvůli její výrobě do středních ropných destilátů. V nynější době se přiřazuje k nejdůležitějším motorovým palivům, vzhledem k jejímu rozsahu uplatnění v zemích, které jsou hospodářky vyspělé. Její využití se nachází v odvětví vznětových motorů (Dieselových motorů) u nákladní autodopravy. Dokáže pohánět zemědělské stroje, různé typy lodí, osobní motorová vozidla, případně ji používáme u železniční dopravy. Na čerpacích stanicích ji pro srozumitelnost návštěvníků ze zahraničí označujeme jako „Diesel“. [2;36]

Aby se dala použít do vznětových motorů, musí splňovat různé kvalitativní ukazatele, které můžeme rozčlenit mezi různé skupiny:

- „fyzikálně-chemické charakteristiky;
- nízkoteplotní vlastnosti;
- chemické složení;
- mazivost;
- parametry charakterizující čistotu;
- ostatní parametry.“ [36]

Její výroba probíhá na základě mísení dvou složek – petrolej, jehož rozmezí destilace se nachází mezi 160 °C a 260 °C. Druhou složkou je plynový olej, který je destilován od 250 °C do 360 °C. Obě složky, které vznikly atmosférickou destilací, zahrnují velké kvantum sirných sloučenin (plynový olej obsahuje větší množství). Díky tomuto faktu musí prodělat odsíření přidáním molekuly vodíku na násobnou vazbu za přítomnosti katalyzátorů. Při tomto procesu dochází k zlikvidování stopového počtu dusíku a kyslíku. Avšak hydrogenace musí být mírná, aby se zabránilo rozpojování molekul, nebo aby nedošlo ke vzniku velkého počtu n-alkanů. [1;47]

2.2.2 Druhy motorových naft

Velkým rozdílem nafty od benzínu je její fyzikálně-chemická nevýhoda, která se týká teploty tuhnutí. U nízkých teplot vznikají v naftě krystalky, díky kterým se vytváří potíže se zákalem. Ten může dovést až ke ztuhnutí nafty. Proto existuje několik druhů motorové nafty, které se odvozují od ročního období, jež jsou zobrazeny v *tab. 6.1* a v *tab. 6.2*. [12]

Každý se liší svojí filtrovatelností (její hodnotou). Filtrovatelnost = výška teploty, u níž stále získává požadované parametry, při kterých je nafta schopna projít přes specifickou síťku. V České republice se objevují motorové nafty typu B, D a F. Velmi výjimečně pak arktické v horských oblastech. [2]

Tab. 2.2 Nafta mírného klimatu [52]

Třída	A	B	C	D	E	F
CFPP [°C]	5	0	-5	-10	-15	-20

Tab. 2.3 Nafta arktického klimatu [52]

Třída	0	1	2	3	4
CFPP [°C]	-20	-26	-32	-38	-44
TVP [°C]	-10	-16	-22	-28	-34

CFPP = ztráta filtrovatelnosti – při těchto teplotách je parafinem ucpáván palivový čistič. Nafta není schopna protéct v určitém časovém limitu za daných podmínek podle norem. Zkrystalizují parafíny, které jsou obsaženy v naftě a následně zacpou filtr. [2;52]

TVP = bod zákalu – při této teplotě se začíná vylučovat parafín, nafta zbělá, ale pořád je možno ji čerpat. [13]

Třída B se zařazuje do letních období, načerpat ji můžeme od 15. 4. do 30. 9. Třída D je popisována jako nafta přechodná, která je čerpatelná mezi letním a zimním obdobím. Třída F je pak používána v zimním období, používáme ji od 16. 11. do konce února. [52]

Letní motorová nafta je složena z větší části z plynového oleje. V období zimy je často nedostačující, musí být doplněna o vysoké množství petrolejových složek. Kvůli ekonomickým důvodům nemůže být odparafinovaná na rozdíl od mazacích olejů. [1]

V zimním období si řidiči často stěžují na málo kvalitní naftu, častokrát za to nemůže jen teplota, ale i špatná údržba, kvůli které vznikají problémy s čistotou v palivové nádrži, a pak se zde objevuje voda. [2;12]

2.2.3 Norma ČSN EN 590 + A1

Tato česká technická norma byla vydaná 1. 4. 2014, jako opravná pro normu ČSN EN 590 z roku 2010. Vymezuje technické nezbytnosti a různé druhy testů pro motorové nafty, které jsou prodávány a dodávány. Týká se motorových naft, které používáme v motorovém vozidle, jež má vznětový motor a je určeno pro provoz s motorovou naftou, která může obsahovat až 7,0 % (V/V) FAME, což jsou methylestery mastných kyselin. Národní příloha uvádí jednotlivé zprávy jak odebírat vzorky, jaké jsou požadavky při označení výdejního stojanu a jednotlivé nezbytnosti, které souvisí s klimatickými podmínkami v určitém časovém období. Dále nás informuje, jak motorovou naftu barvíme a značujeme. Potom také upozorňuje na její chování, pokud obsahuje FAME. [14;15;53]

2.2.4 Vznětové motory

Vznětový motor se řadí ke spalovacím motorům, což jsou tepelné stroje, které při spálení paliva dokážou získat tepelnou energii. Využívají vhodné plynné médium a energii pak převedou na mechanickou práci. Část energie využívají pístové spalovací motory, druhou pak spalovací turbíny. [4]

U tohoto typu motoru se palivo regulovaně vstříkává do válce motoru nebo do komůrky. Díky stlačení vzduchu se ve válci vytvoří vysoká teplota, která pak palivo vznítí. Aby vznikla potřebná teplota, která palivo vznítí, je nutná aplikace vysokého kompresního poměru ($\epsilon_{\min} = 12$). Motory, které využívají přímý vstřík, dosahují $\epsilon = 17$ a komůrkové $\epsilon = 22$. Na závěr komprese je ve válci tlak 3,0–5,5 MPa a teplota se pohybuje mezi 700 až 900 °C. [4]

Tyto motory pohání těžší nákladní vozy, zemědělské traktory, stavební stroje aj. Velmi se rozšířila jeho působnost, hlavně díky své větší tepelné účinnosti. Ve srovnání se zážehovým motorem vzniká při částečné zátěži menší spotřeba. V České republice se s tímto typem setkáme u nákladní dopravy, tedy se spotřebováváním motorové nafty, což není moc výhodné pro její jakost, ale ani pro ekonomiku při zpracování ropy. [51;52]

Fungují s nadmírou vzduchu za stechiometrického směšovacího poměru cca 14,5 kg vzduchu na 1 kg paliva. Jinak řečeno, aby se úspěšně spálil 1 kg paliva, spotřebujeme k tomu 14,5 kg vzduchu ($\lambda = 1$). Pokud λ dosahuje vyšších hodnot zhruba o 1,4; dostáváme se k mezi kouření u vznětového motoru. V tomto bodě se směs netvoří rovnoměrně. V případě nehomogenní směsi při spalování, dochází k částečnému nedostatku vzduchu a paliva. Po-

kud je vznětový motor plně zatížen, dostáváme se až na mez kouření. Jestli pracuje motor naprázdno a směs je mimořádně chudá, hodnota λ se vyšplhá až na 3,4. [52]

2.3 Parametry motorové nafty

Udávají kvalitu motorové nafty, s jejich pomocí jsme schopni zjistit její čistotu a technické vlastnosti. V tab. 2.4 jsou zobrazeny jednotlivé vlastnosti, které se pozorují a zároveň jsou zde uvedeny jejich mezní hodnoty.

Tab. 2.4 Technické požadavky motorové nafty [53]

Vlastnost	Mezní hodnoty		Jednotka
	min.	max.	
Cetanový index	46,0	-	
Cetanové číslo	51,0	-	
Polycyklické aromatické uhlovodíky	-	8,0	% (m/m)
Hustota při 15 °C	820	845	kg·m ⁻³
Obsah manganu	-	2,0	mg·l ⁻¹
Obsah síry	-	10,0	mg·kg ⁻¹
Obsah vody	-	200	mg·kg ⁻¹
Obsah popela	-	0,01	% (m/m)
Obsah methylesterů mastných kyselin (FAME)	-	7	% (V/V)
Celkový obsah nečistot	-	24	mg·kg ⁻¹
Destilační zkouška při 250 °C předestiluje při 350 °C předestiluje 95 % (V/V) předestilujeme při	85	<65	% (V/V)
		360	% (V/V)
			°C
Bod vzplanutí	nad 55	-	°C
Karbonizační zbytek	-	0,3	% (m/m)
Oxidační stabilita	-	25	g·m ³
	20	-	
Korozivní působení na měď	třída 1		stupeň koroze
Viskozita při 40 °C	2,000	4,50	mm ² ·s ⁻¹
Mazivost, korigovaný průměr otěrové plochy (wsd 1,4) při 60 °C	-	460	μm

2.3.1 Cetanové číslo a index

Číslo udává, jak je nafta reaktivní neboli jak dobře se vzněcuje. Pokud chceme, aby se palivo pravidelně a dokonaleji spalovalo, případně aby byl lepší chod motoru, je nutná vyšší reaktivita. Pokud je nízké, má špatný dopad na tvorbu emisí. Obzvlášť, když se jedná

o studený start, při kterém motor nedokáže vytvořit dostatečnou teplotu, aby mohla prohořet veškerá dávka paliva. Když je nízké, dokáže způsobit tvrdší chod motoru a tím zapříčiní jeho vyšší hluk. Jeho hodnotu zjistíme na pokusném motoru pomocí kompresního poměru, který postupně nabývá vyšších hodnot. Hledáme jeho nejnižší hodnotu, při které nedojde k vynechání motoru. Vzorek, který zkoušíme, porovnáme se vztažnými vzorky. [37]

Index se určuje podle vzniklého výpočtu z výsledků destilační zkoušky a testu hustoty. Dokáže nahradit cetanové číslo, jeho stanovování je totiž velmi nákladné a časově obtížné. [15]

V porovnání s cetanovým číslem nevyjde u stejného paliva totožný, ve skutečnosti má pokaždé o pár jednotek hodnotu nižší. Reaktivitu můžeme hodnotit také pomocí Dieslova indexu, ten se může zjistit z hustoty a z bodu aromatického aminu (bezbarvá olejovitá jedovatá kapalina). [52] Cetanové číslo a Dieselův index společně vytváří určitý vztah, který je vyobrazen v rovnici 2.1.

$$CC = 12,9 + 0,66 \cdot DI \quad (2.1)$$

2.3.2 *Hustota*

Má velký význam, protože množství nafty, která je nastříkovaná do válce pomocí vstřikovacího čerpadla, se měří pomocí objemu. Pokud má větší hustotu, tak se nastříká více gramů nafty, i když se jedná o stejný objem vzduchu. Spalování této směsi probíhá při nižší přemíře vzduchu. Tím pádem motor mnohem více kouří a do oběhu se uvede větší množství škodlivých látek. [2;48]

Je definovaná v první řadě obsahem aromátů. Dokáže ovlivnit množství energie, která se uvolní při spálení jedné jednotky, což souvisí s typem uhlovodíků. Hustota vody je větší než u nafty, z toho důvodu případnou volnou vodu v nádrži najdeme shromážděnou na dně. Pomáhá při vypočítání cetanového indexu. Pokud má příliš vysokou hodnotu, je možné, že je nafta zanesena výševroucími složkami. Při nižších hodnotách mohou být její součástí níževroucí složky, jejich určitý podíl. Tím, z čeho se nafta skládá, ovlivňuje hustotu (kolik má aromátů, FAME, aj.). [18;52]

Změří se pomocí ponorných hustoměrů nebo elektronických přístrojů. Pokud je při měření méně nebo více než 15 °C, změřenou hodnotu přepočítáváme podle normy, protože

při vyšší teplotě je její hustota nižší. Pokud vyjde jiná hodnota, než udává norma, může mít vliv na výkon motoru anebo dokáže poškodit pohyblivé součásti palivové soustavy. [52]

Vztah mezi hustotou a teplotou vyjadřuje rovnice 2.2. [18]

$$d_t = d_{15^\circ\text{C}} - k (t - 15) \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]; \quad k = 0,70 \quad (2.2)$$

2.3.3 Bod vzplanutí

Význam na něj je kladený kvůli bezpečnosti, nafta je hořlavinou III. třídy. Jeden z kvalitativních parametrů, který se nejvíce sleduje. Jeho hodnota by neměla být nižší než 55 °C. Hodnoty se většinou nachází mezi 58 a 75 °C. U zimní nafty se blíží spodní hranici. Pokud obsahuje benzin, jeho hodnota se sníží (méně než 55 °C), protože benzin vzplane při mnohem nižších teplotách (cca -30 °C). Z tohoto důvodu stačí i opravdové minimum přidaného benzínu, pro veliké snížení bodu vzplanutí. Při velikém přimíchání změní nafta třídu hořlavosti. K tomuto dojde obvykle v cisterně pro transport, která v sobě obsahovala zbytek benzínu. [16;50;52]

2.3.4 Obsah síry

Vznikají ze sirných látek, které jsou přítomny v ropě. Zákonodárně je omezen hlavně kvůli emisím oxidu siřičitého, který vznikne při spalování nafty. Dříve byla povolena vyšší hodnota, v dnešní době to je maximálně 10 mg·kg⁻¹. Nafty, které mají hodnotu ještě nižší, byly označovány jako „bezsrné“. Hodnotu má stejnou jako benziny. Kromě snížení emisí, nižší hodnota zaručí odstranění účinky koroze paliv (teplá, studená), které obsahují síru. Škodlivost zapříčiňuje síranové jádro částic, které jsou produkovány v emisích naftových motorů a ty jsou držiteli nejvíce kancerogenního podílu kouřových částic (polyaromatický uhlovodík – PAH). Dále může poškodit filtr pro pevné částice nebo katalyzátor. Avšak pokud snižujeme obsah síry, jsou sníženy i mazací schopnosti nafty. Kvůli tomu se musí přidávat aditiva, která zvyšují mazivost. [2;18]

2.3.5 Destilační křivka

Převládající test, který se musí provést pokaždé, pokud posuzujeme kvalitu nafty. Potřebujeme, aby palivo ve válci shořelo, musí se vypařit a smísit se vzduchem. Palivo se musí při vstřiku rozpráší. Čím menší kapky paliva, tím rychlejší odpařování, ale nesmí být

vypařeny až moc rychle, vznikl by totiž nepravidelný chod. Neměla by být moc těžká, aby mohlo dojít k postupnému vypaření celkového (nebo téměř) objemu. Od nejlehčích podílů po nejtěžší, ale pravidelně, kvůli rovnoměrnosti. Při kompresním zdvihu by se měly odpařit těžší složky. V této době je díky nim ochlazován prostor spalování, konkrétně jeho stěny. Destilace uhlovodíků probíhá přibližně od 150 °C do 360 °C. [2;18;52]

Začátek destilace zpravidla není předepisován, je řízen bodem vzplanutí. Norma udává objemové podíly nafty, které se musí být předestilované při konkrétních teplotách.

- Při 250 °C <65 % objemu
- Při 350 °C >85 % objemu
- Při 360 °C (maximální teplota) 95 % objemu. [2]

Předestilování 95 % objemu značí ukončení destilace. Destilační křivka nám vyobrazí frakce, které převládají a pomocí ní můžeme určit výševroucí nebo níževroucí podíly – jejich výskyt. [2]

Při předestilování 50 % paliva vzniká tzv. bod T_{50} (padesátiprocentní bod). Teplota, při které se těchto 50 % předestiluje se označuje jako „teplota středního bodu varu“. [2] U motorové nafty letního typu by neměla být vyšší než 300 °C. Nejlepší hodnoty jsou mezi 275 °C a 290 °C. Konec destilace by neměl nastat později než ve 360 °C. Pokud střední bod a konec destilace nastává při vysokých teplotách, značí to „těžké nafty“, které obvykle nalézáme v letním období. Tyto nafty při zrychlení velmi kouří a vypouští vysoký obsah emisí. Pokud má nafta velké množství „lehkých složek“, může dojít ke zničení palivové soustavy (jejich pohyblivých součástí). K přílišnému opotřebení dochází kvůli nevytvoření mazací vrstvičky na povrchu pohyblivých součástí – zhoršená mazací schopnost paliva. [2;50] V příloze 4 je vyobrazen obecný tvar destilační křivky.

2.3.6 Chladové parametry

Druhy naft jsou rozlišovány díky těmto parametrům. Po jejich zjištění dokážeme určit, jestli bude nafta v zimním období schopná provozu. Zjišťujeme je pomocí přístroje, který chladí vzorek a nafta pak v pravidelných intervalech prochází přes sítko. Před a za sítkem jsou rozdílné tlaky – jsou zvětšovány díky vyloučeným parafinům, které sítko ucpávají. Při určité teplotě se dostaneme na daný rozdíl tlaků, v tomto momentě nastává CFPP. Pevné

látky se při běžných podmínkách v naftě rozpustí, pokud dojde k ochlazení, začnou tuhnout a palivo se pak nemůže dostat do motoru. [2;52]

2.3.7 *Karbonizační zbytek*

Pomocí něj dokážeme zjistit, kolik nafta vytvoří karbonu usazující se v místech, kde se spaluje palivo. Vznikne při ohřevu nafty, aniž by byla ovlivněna vzduchem. Nejvíce karbonu se tvoří zejména u „těžkých“ naft. U nich střední bod nastává při 300 °C (v některém případě při vyšší teplotě). Nedojde k úplnému odpaření kapek. Jejich střed je zahříván na vysokou teplotu, avšak protože zde není dostatečný kyslík, nedokáže úplně shořet. Díky pyroreakci se vytvoří SOF látka (pevná organická frakce). Nafty, které mají větší obsah aromátů a olefinů jsou více náchylné na větší tvorbu karbonu. Nejvíce se vytváří v přehřátých tryskách, kde má palivo tenkou vrstvu a setkává se s vysokými teplotami. [18;38]

Podle normy může nafta obsahovat 0,3 % karbonizačního zbytku. Toto množství se vztahuje na 10 % podílu poté, co je nafta zdestilovaná. Kvůli této tvorbě je zmenšen spalovací prostor motoru a vzroste kompresní poměr, který zapříčiňuje zvýšení počtu úsad a nedokonalou tvorbu směsi. Což je způsobeno karbonem zanesenou vstříkovací tryskou. [52]

2.3.8 *Obsah vody*

V naftě se vyskytuje voda volná a vázaná. Volná není s naftou spjatá a není rozpustná. Rozpoznáme ji jako dobře viditelnou vrstvu nebo kapku. Díky ní vzniká koroze, případně může způsobit špatný chod pohyblivých částí, které se nachází v palivových cestách. Protože má větší hustotu než nafta, nalézáme ji na dně nádrže. Vázaná je špatně viditelná a pozorovatelná ve formě mírného zákalu. V naftě je rozpustná a je jí jen malé množství. [52]

Celková rozpustnost vody je snížena, pokud teplota klesne. Vázaná voda smí mít 200 ppm v palivu, které je odebrané rovnou z rafinérie. Voda se do paliva dostane hlavně v palivové nádrži, protože je nemožné, aby byla vzduchotěsně uzavřena. Z toho důvodu má na obsah vody vliv i venkovní atmosféra. V případě, že pro přepravu používáme špatné cisterny, které netěsní, může se v palivu voda objevit. Pro udržení paliva bez vody, je dobré občas aplikovat odvodňovací přípravek, který dokáže z volné vody vytvořit stejnorodou směs. [39]

Možné následky vody v palivu:

- Koroze palivové soustavy – je ucpávána a zanášena
- Vysazení motoru – pokud se v palivovém systému objeví voda (nasátím)
- Porucha na palivovém systému – konkrétně na pohyblivých částech, protože jsou špatně mazány. [4;52]

2.3.9 *Obsah mechanických nečistot*

Pokud se jich vyskytuje velké množství, jsou díky nim pohyblivé části palivové soustavy a motor mnohem rychleji zničeny. Do paliva se často dostávají na čerpacích stanicích, nebo pokud nemáme úplně kvalitní zátku nádrže a špatně těsní. Pokud je palivo špatně skladované, například v sudech, které jsou staré a pozinkované a zátky nemají vzduchotěsně uzavřené. Výskyt nečistot je testován za pomoci membránové filtrace. Tato filtrace dokáže zachytit velmi malé části hmoty už od 0,8 μm . Jakákoli vstřikovací soustava musí být před těmito nečistotami chráněna, proto se k těmto soustavám vkládají palivové filtry, které musí být pravidelně vyměňovány. [39]

Pokud skladujeme čerstvou naftu, pokaždé když jí přečerpáváme, měla by být filtrována, protože se v ní vytváří pryskyřice a kaly. Norma udává, že je možné, aby nafta obsahovala 24 mg na 1 kg nafty. [53]

2.3.10 *Kinematická viskozita*

Udává, jak je motorová nafta tekutá. Viskozita ovlivňuje její mazací schopnosti. Pokud je její viskozita nízká, nesetrvává na nepevných dílech palivového systému. Mazací schopnosti jsou snižené, a proto je zvýšená pravděpodobnost jejich poškození, tedy vzniká hrozba zadření. Ovlivňuje, jestli jsou kapičky paliva, které je vstřikováno do válce, velké nebo malé. [18;52]

Pokud je viskozita nízká, má v době, kdy je nafta vstřikována do spalovacích míst kladný dopad na vytváření nestejnorodé směsi z malých hutných nebo malých kapalných částí hmoty v plynu. V soustavě s vysokým tlakem dochází ke špatnému těsnění a z toho důvodu i k horší mazivosti paliva. Vysoká viskozita zamezuje úplnému rozptýlení. Díky ní může dojít i ke špatnému čerpání nafty případně neprůchodnosti přes filtry. Při přílišné viskozitě vytváří nafta karbon, protože ve válci nevzniká vyhovující aerosol. Dochází k

tlakovému úbytku, což je zapříčiněno nižším vstřikovacím tlakem. Palivo se hůře rozpadá na atomy (atomizace), špatně se spaluje, a uniká více emisí. [18]

Nedostačující výkonnost motoru nastává při mezní viskozitě, kdy není dodáváno přijatelné množství paliva z čerpadla. K tomuto stavu dochází zřídka kdy. Těsně před tím, než tento stav nastane, vyloučené pevné podíly začnou naftu zakalovat. Je také spjata se strukturou vstřikovacího čerpadla. Podle normy smí viskozita dosahovat hodnot od 2 po $4,5 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ při $40 \text{ }^\circ\text{C}$. [18;53;59]

2.3.11 Oxidační stálost

Udává, jak je nafta při dlouhodobém skladování a vystavování zvýšeným teplotám odolná v době, kdy nastávají chemické změny, při kterých se tvoří úsady. Protože se nafta ve vstřikovacích soustavách ohřívá, je potřeba, aby bylo zamezeno vzniku úsad nebo pryskyřičným lepivým látkám, ty totiž mohou omezovat pohyb různých částí motoru – písty, ventily, jehly trysek aj. Zkoušku provádíme pomocí normy. Vzorek nafty se vystaví na určitou dobu účinku kyslíku při zvýšených teplotách. Měříme, jestli se vytvořily pevné nerozpustné oxidační produkty a jejich množství. Při $95 \text{ }^\circ\text{C}$ po měření oxidace nesmí 1 litr nafty obsahovat více než 25 mg úsad. [53;62]

2.3.12 Mazivost

Je velmi důležitou vlastností, protože kvůli ní správně fungují palivová čerpadla a vstřikovače. Mazivost je závislá na tom, kolik nafta obsahuje síry a kvůli tomu není nafta moc ekologická. V dnešní době se obsah síry neustále snižuje (kvůli ekologizaci), a tak je mazivost stále více horší. Moderní bezsírné nafty ji zvyšují pomocí chemických látek, které přidáváme, abychom zlepšili její vlastnosti. Je to snadnější než změna konstrukce nebo materiálu. Tento druh nafty má kolikrát lepší mazací schopnosti než nafta neupravená. Norma nám říká, jaký největší průměr otěrové plochy může mít. Otěrová plocha vznikne při tření kovové plochy s vibrující kuličkou. Zkouška se provádí při $60 \text{ }^\circ\text{C}$ v určitém přístroji. S menší otěrovou plochou jsou mazací schopnosti lepší. Největší možný průměr plochy je $460 \text{ } \mu\text{m}$. [1;52]

2.3.13 Obsah methylesterů mastných kyselin

Podle zákona je obsah této biosložky stanoven podle určitého období. Někdy může být jejich zhuštění vyšší, jindy je nafta nemusí mít vůbec. Podle normy to je 7,0 % objemových. Zjišťuje se infračervenou spektroskopií, pomocí které můžeme odhadnout, jestli jsou přítomny jednotlivé funkční skupiny v jedné molekule látky, která je organická. [35;52;53]

2.3.14 Obsah popela

Udává, kolik minerálních látek se v naftě nespálilo. „Látky tvoří úsady kolem vstříkovačích trysek a ve spalovacím prostoru.“ [52]

2.4 Přísady do motorové nafty

Využívají se kvůli zlepšení vlastností (stejně jako u benzinů). Každé palivo má svá vlastní aditiva. Více informací o jednotlivých přísadách je popsáno v příloze 5.

Tři okruhy aplikace aditiv

- U výrobce – aditiva, která mění strukturu parafinů. Různé přípravky, které zabraňují vytváření úsad, při skladování nafty. Přísady, které zlepši mazivost. Přísady, které působí protistaticky. Aditiva, která zvýší cetanové číslo.
- V distribuci – firmy, které vyrábí paliva, si vytvoří svojí vlastní směs. Tou upraví palivo, a to prodávají pod svým obchodním jménem. Díky tomu rozlišujeme aditiva do zimního a letního období.
- Individuálně – vlastník je aplikuje sám, volně do nádrže, než začne tankovat. Tyto přísady seženeme na čerpací stanici. Například „Super diesel aditiv“ proti korozi. [32;52]

2.5 Čerpací stanice pro výběr vzorků

Čerpací stanice, které jsou zmíněny v této kapitole, byly použity pro získání vzorků. Vzorky byly použity při následném měření kvalitativních parametrů.

Schell Czech Republic, a. s.

Působí na našem trhu už od dvacátých let minulého století. Dříve nám dodávali hlavně motorové oleje, jelikož byly doporučovány snad všemi výrobci od motocyklů po nákladní

automobily. Kvůli světovým válkám byla dodávka přerušena, v pozdějších letech se znovu obnovila. Pomohla posílit a vyvinout podnikatelské prostředí i ekonomiku naší republiky. [23;24]

Tato společnost je dceřinou společností Shell Transport and Trading Co. Ltd., která pochází z Velké Británie. V dnešní době se na našem území objevují 3 nejvýznamnější oddělení. [23;24]

- Divize Aviation: doplňuje palivo u našich letadel na významnějších letištích v České republice.
- Divize Commercial Fleet: se zabývá provozem systému, jenž využívá palivové karty euroShell.
- Divize Retail: se stará o celkový provoz čerpacích stanic, které se vyskytují na území České republiky. [24]

Mol Česká republika, s. r. o.

Tato společnost pochází z Maďarska a její tradice sahá až k 75 letům s dlouhodobými stabilními výsledky. Je to u nás druhá největší společnost, která se stará a provozuje čerpací stanice. V rámci velkoobchodu je velmi silná. Je jednou z obchodních společností, která se zasahuje o vedení v oblasti systému rozšiřování, v prodeji motorových paliv a maziv. [25]

V posledních 2 letech tato firma vykoupila čerpací stanice Agip a Lukoil. Pokud zákazníci vlastní zákaznickou kartu, za pravidelné nákupy mohou dostat různé dárky. Mezi hlavní hodnoty patří, aby byli odborní a zodpovědní, odvážní a rozhodní a prováděli správnou týmovou práci a dobře se starali o svá partnerství. [25]

Benzina, s. r. o.

V České republice vlastní nejrozsáhlejší síť čerpacích stanic. Reprezentuje část skupiny Unipetrol. Patří k tradiční značce pro české motoristy. Je charakterizována moderními palivy, kvalitní službou a novými produkty, které pochází z gastronomie. Pokud ji zákazník navštíví, může dostat kvalitní paliva s aditivou nebo prémiové pohonné hmoty. Také dodává velkoobjemové zásoby pro své obchodní partnery a podnikatelské subjekty. Společným působením pomocí franchisingu se zvýší její atraktivita a přinese nové zákazníky. Pokud se spojíme s Benzinou, zároveň se spojíme s Unipetrem, takže díky tomu

je možné za lepší cenu nakupovat pohonné hmoty a paliva (PHM). Pravidelná dodávka je zaručena pomocí dceřiné společnosti Petrotrans, s. r. o. Zákazníci mohou využívat kartu Benzina a tím pádem dosahovat určitých zvýhodnění. [26;27]

Tank ONO, s. r. o.

Tato společnost nemá tak rozsáhlou působnost. Vznikla na konci dvacátého století a čerpací stanice provozuje jen na území České republiky, avšak plánuje rozšířit svoji působnost. V dnešní době se snaží rozšířit své služby, které provádí na čerpacích stanicích. [28]

OMV Česká republika, s. r. o.

Existuje na našem trhu od konce 20. století. Když se u nás objevila, přišla s moderním provozem čerpacích stanic. Řadí se k multifunkčnímu obchodnímu subjektu s čerpacími stanicemi, který obslouží lidi i vozidlo. Patří pod společnost rakouské firmy OMV A. G. Wien, která byla vždy známa jako firma s kvalitními výrobky (biomazivo, topný olej, bitumeny aj.) i službami. Na začátku 21. století pod tuto firmu přešly společnosti jako Avanti a Aral. Ropu a zemní plyn získává ze 4 kontinentů a díky tomu je schopno poskytnout až 4 mil lidem energii, palivo a teplo. Co se týká rafinérií, ročně použije přibližně 17,8 milionů tun. Správa a řízení tohoto podniku jsou zaměřeny na vytváření dlouhodobých hodnot. Představenstvo a dozorčí rada si zakládají na efektivní spolupráci a vzájemně se respektují. Zasazují se o kodex „Dodržuj, nebo vysvětli.“ Jedna z věcí, díky kterým je firma úspěšná. [29;30]

Čerpací stanice Makro

Jejich čerpací stanice spadají pod program „Pečeť kvality“. Pohonné hmoty odebírají od výrobců, kteří jsou renomovaní, tudíž mají dobrou pověst. Jejich paliva jsou pravidelně prověřována pomocí certifikátu kvality SGS Czech Republic, s. r. o., konkrétně divize paliv. Jelikož se jedná o velkoobchodní společnost, pohonné hmoty jsou za nižší ceny. [31]

3 Cíl bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je popis a sledování kvalitativních parametrů motorových naft a jejich ekonomický vývoj v Ústeckém kraji. Monitorováním jakostních parametrů s účelem zjištění odchylky od předepsané normy.

Hypotézy:

- 1) Při monitorování kvality motorové nafty budou vzorky v mnoha případech vykazovat zvýšený podíl mechanických nečistot.
- 2) Paliva odebraná v listopadu a prosinci budou vykazovat zhoršené nízkoteplotní vlastnosti vlivem přítomnosti jiného druhu motorové nafty ve směsi.
- 3) Motorová nafta s vyšší prodejní cenou bude vykazovat lepší naměřené hodnoty.

4 Metodika bakalářské práce

Metodikou této práce je prostudování základní literatury, norem, internetových odkazů a dalších pramenů. Provedení literární rešerše v oblasti motorových paliv. Realizování vlastní analýzy s uvedením případných teoretických předpokladů a názorů. Experimentální ověření kvalitativních parametrů a cenového vývoje nafty v daném regionu.

4.1 Hustota paliv

Hustota paliv se měří podle normy ČSN EN ISO 3675. Vzorek zahřejeme na jistou teplotu. To samé uděláme i s válcem hustoměru (*obr. 4.1*), do kterého vytemperovaný vzorek přeneseme. Vybereme vhodný hustoměr, který ponoříme do vzorku. Po ustálení hodnotu odečteme a zaneseme teplotu vzorku. Měření se zopakuje pro přesnější výsledek. [54]



Obr. 4.1 Ponorný hustoměr [21]

4.2 Destilace

Tato zkouška se řídí normou ČSN EN ISO 3405. Destilaci provádíme pomocí manuálního přístroje, který má trubici chladiče (*obr. 4.2*). Odměrný válec pak přijímá vytečený kondenzát ze zmíněné trubice. Odměrným válcem je zaznamenáván objem kondenzátu. V případě motorové nafty kontrolujeme rameno chladiče, jestli se v něm nevyskytují parafíny nebo pevné úsady. Ze stejného důvodu je kontrolována destilační baňka, konkrétně její boční rameno. Každé dvě minuty zaznamenáváme předestilované mililitry, dokud nejsou dvě po sobě jdoucí hodnoty stejné, u čehož odečítáme i teplotu z teploměru. Tabulka s potřebnými rovnicemi pro destilační křivku je uvedena v *příloze 1*. [55]



Obr. 4.2 Průběh destilace. Zdroj: vlastní

4.3 Cetanové číslo

Hodnota cetanového čísla je posuzována podle normy ČSN EN ISO 5165. Toto číslo nám udává, jestli je funkce vznětového motoru správná. Vyhodnocuje správnost průtahu vznícení, což je doba mezi vstříknutím paliva do válce a počátku jeho vznícení. Tento čas dokáže ovlivnit složky v palivu i konstrukce prostoru, který je spalovací. Určujeme jej pomocí zkušebního motoru, kdy sledujeme začátek vznícení paliva. Porovnáváme jej s palivem, které má cetanové číslo 100 a dalším, jehož cetanové číslo se rovná nule. Pokud nám vyjde cetanové číslo 55, 55 % je z cetanu a zbylých 45 % z methylnaftalenu. [51]

Při testování musí otáčky motoru dosahovat $(900 \pm 9)/\text{min}$, teploty oleje $57 \pm 9 \text{ }^\circ\text{C}$, tlaku oleje $25 \pm 30 \text{ Psi}$, teploty chladicí kapaliny $100 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, průtoku injektorem $13 \pm 0,2 \text{ ml/min}$ a předstihu a zpoždění 13° . V příloze 2 je vyobrazen vzorec pro výpočet cetanového čísla. [56]

4.4 Cetanový index

Cetanový index je parametr stanovený dle normy ČSN EN ISO 4264. Do určité míry dokáže nahradit cetanové číslo, protože jeho stanovování je nákladnější a náročnější než u cetanového indexu. Dokážeme ho vypočítat pomocí hustoty, kterou jsme naměřili při $15 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplotách, při kterých jsme predestilovali 10 %, 50 % a 90 % obj. Rovnice 4.1 a 4.2, které pro tento výpočet potřebujeme: [57]

$$\begin{aligned} \text{CI} = & 45,2 + 0,0892 \cdot (T_{10} - 215) + (0,131 + 0,901B) \cdot (T_{50} - 260) + (0,0523 - 0,42B) \cdot \dots \\ & \dots \cdot (T_{90} - 310) + 0,00049 \cdot [(T_{10} - 215)^2 - (T_{90} - 310)^2] + 107B + 60B^2 \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$D_N = D - 850 \quad (4.2)$$

Kde: $B = [\exp(-0,0035D_N)] - 1$
 $D = \text{hustota při } 15 \text{ }^\circ\text{C} [\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$

Teploty [$^\circ\text{C}$], při kterých bylo predestilováno 10 %, 50 % a 90 % obj. značí T_{10} , T_{50} a T_{90} . Případně jej můžeme vyhodnotit podle grafických nomogramů, které jsou určeny podle normy pro jeho odvození. [57]

4.5 Bod vzplanutí

Bod vzplanutí je měřen podle normy ČSN EN ISO 2719 v kelímku, který je uzavřen podle Penskyho-Martense (obr. 4.3). Tato zkouška nám změří nejnižší teplotu na zkoušeném vzorku, která se přepočítá na tlak 101,3 kPa. Při této teplotě vzplanou páry na zkušební vzorku a plamen je rozšířen přes jeho povrch. [58]



Obr. 4.3 Pensky-Martens [20]

4.6 Kinematická viskozita

Tato viskozita se měří podle normy ČSN EN ISO 3104 při 40 °C. Cílem této metody je zjistit za jakou dobu proteče určitý objem paliva při působení gravitační síly. Tato metoda se provádí na kapiláře kalibrovaného Ubbelohdeho viskozimetru (obr. 4.4) při teplotě, která je regulovaná. Abychom zjistili kinematickou viskozitu, vynásobíme spolu naměřenou dobu průtoku a kalibrační konstantu viskozimetru. Následně je uvedena rovnice pro výpočet viskozity 4. 3. [59]



Obr. 4.4 Viskozimetr. [22]

$$v = C \cdot t \quad (4.3)$$

Kde: v = kinematická viskozita při 40 °C ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$);
 C = kalibrační konstanta viskozimetru ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$);
 t = průměrná doba průtoku (s). [54]

4.7 Bod zákalu TVP

Způsob stanovení TVP je stanoven v normě ČSN EN 23015. V měřeném vzorku se při určité teplotě objevuje zákal, který se prvně objeví na dně zkušební nádoby (obr. 4.5). V tento moment se začínají vylučovat parafíny, které vedou ke ztrátě filtrovatelnosti. [60]



Obr. 4.5 Měření bodu zákalu.
Zdroj: vlastní

4.8 Ztráta filtrovatelnosti CFPP

CFPP je řízena normou ČSN EN 116, kdy CFPP značí nejvyšší teplotu, při které určitý objem nafty, který je ochlazen podle daných podmínek, není schopen projít filtračním vybavením (*obr. 4.6*), za určitou dobu. Jakmile vzorek, který nasáváme do pipety, v čemž nám brání drátěná mřížka, není schopen zpětně protéct, zaznamenáme teplotu. Ve zpětném protečení nám brání vzniklé krystaly parafínů. [61]



Obr. 4.6 Filtrační vybavení. Zdroj: vlastní

4.9 Mechanické nečistoty

Obsah mechanických nečistot v motorové naftě se měří pomocí normy ČSN EN 12662. Samotná zkouška spočívá v první řadě zvážení filtru, který má průměrnou poréznost $0,7 \mu\text{m}$. Tímto filtrem pak projde vzorek paliva, u něhož známe hmotnost. Jakmile se vzorek přefiltruje, filtr promyjeme. Po uschnutí je vážen. Rozdíl mezi hmotnostmi filtru před měřením a po měření (se zachycenými nečistotami), udává celkovou hmotnost nečistot, které udávají celkový obsah nečistot v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. [62]

4.10 Obsah vody

Způsob stanovení obsahu vody v motorové naftě obsahuje norma ČSN EN ISO 12937. Měření se provádí Coulometrickou titrační metodou, kterou vynalezl Karl Fisher. V první fázi se provede vizuální kontrola. Vzorek se zváží a dále se zkontroluje tvorba jódu pomocí coulometrického přístroje. Detektor elektrometricky zaznamená zvýšený obsah jódu. Faradayův zákon říká, že jeden mol jódu reaguje s jedním molem vody. Objem vody je přímo úměrný celkovému integrovanému proudu. [63]

5 Výsledky experimentů

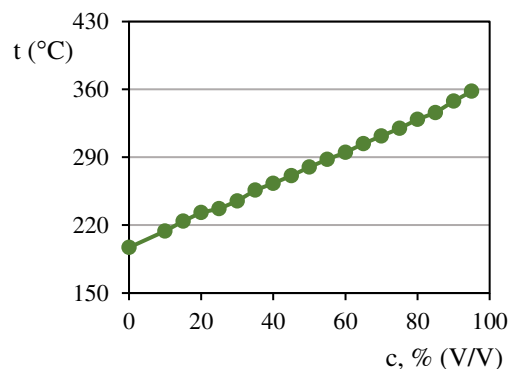
K měření a porovnání 20 vzorků byly vybrány motorové nafty z oblasti Ústeckého kraje a byly načerpány v období mezi 11. 11. 2015 a 31. 03. 2016. Jedná se o 10 vzorků nafty přechodné a 10 vzorků nafty zimní. Seznam jednotlivých vzorků je uveden v *tab. 5.1* a *5.12*. Na *obr. 5.1–20* jsou vyobrazeny destilační křivky jednotlivých vzorků. U každého vzorku jsou v *tab. 5.2–11* a *tab. 5.13–22* zaznamenané hodnoty ostatních měřených parametrů. Dalšími měřeními parametry je kinematická viskozita, hustota při 15 °C, TVP, CFPP, bod vzplanutí, cetanový index, přítomnost mechanických nečistot a obsah vody.

Tab. 5.1 Seznam vzorků přechodné nafty

Číslo	Typ	Datum	Místo	Čerpací stanice	Cena [Kč]
1a	Přechodná	31. 3. 2016	Bílina - Spojovací	MOL	25,50
2a	Přechodná	14. 11. 2015	Ústí nad Labem - Božtěšická	Tank ONO	26,90
3a	Přechodná	13. 11. 2015	Ústí nad Labem - Žižkova	Makro	27,80
4a	Přechodná	13. 11. 2015	Teplice - Bílinská	MOL	28,50
5a	Přechodná	30. 3. 2016	Chomutov	Shell	25,90
6a	Přechodná	1. 3. 2016	Kláštorec nad Ohří	OMV	23,80
7a	Přechodná	2. 3. 2016	Ústí nad Labem - Revoluční	MOL	23,90
8a	Přechodná	13. 11. 2015	Teplice	Benzina	28,90
9a	Přechodná	2. 3. 2016	Ústí nad Labem - Přístavní	Benzina	25,70
10a	Přechodná	11. 11. 2015	Most - Chánov	Benzina	27,60

Tab. 5.2 Naměřené parametry vzorku 1a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	838,77
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,77
TVP	°C	-1
CFPP	°C	-22
Bod vzplanutí	°C	60,5
Cetanový index	-	53,6
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	28
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	187
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	33
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	213
T ₅₀	°C	281
T ₉₀	°C	346

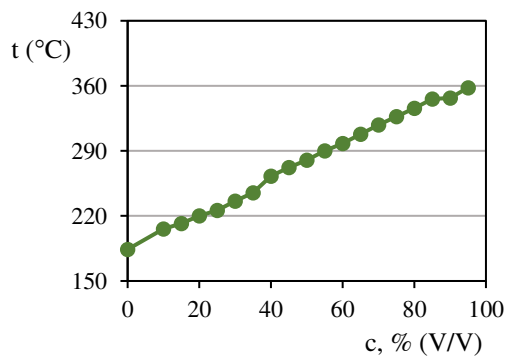


Obr. 5.1 Destilační křivka vzorku 1a

Barva tmavě žlutá, s přítomností prachových nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.3 Naměřené parametry vzorku 2a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	837,4
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,54
TVP	°C	-3
CFPP	°C	-22,5
Bod vzplanutí	°C	63
Cetanový index	-	53,4
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	82
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	184
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	36
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	206
T ₅₀	°C	280
T ₉₀	°C	347

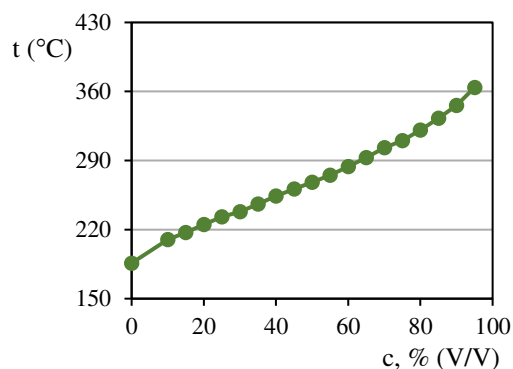


Obr. 5.2 Destilační křivka vzorku 2a

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.4 Naměřené parametry vzorku 3a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	832,46
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,67
TVP	°C	-4
CFPP	°C	-21
Bod vzplanutí	°C	62
Cetanový index	-	53,6
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	22
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	186
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	38
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	94
95 % (V/V)	°C	364
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	268
T ₉₀	°C	346

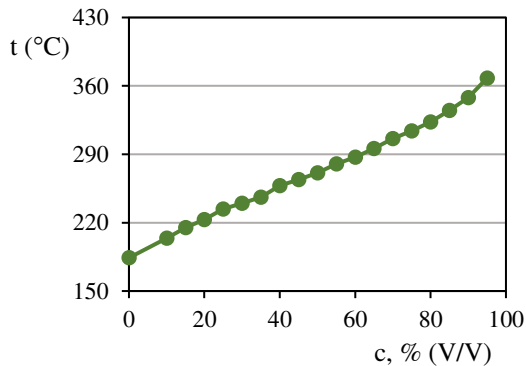


Obr. 5.3 Destilační křivka vzorku 3a

Barva světle žlutá, bez viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.5 Naměřené parametry vzorku 4a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	834,14
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,59
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-22,5
Bod vzplanutí	°C	54
Cetanový index	-	53,0
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	64
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	184
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	38
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	94
95 % (V/V)	°C	368
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	204
T ₅₀	°C	271
T ₉₀	°C	348

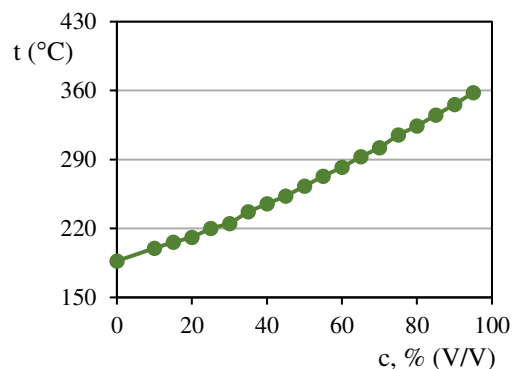


Obr. 5.4 Destilační křivka vzorku 4a

Barva světle žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.6 Naměřené parametry vzorku 5a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	837,1
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,61
TVP	°C	1
CFPP	°C	-15
Bod vzplanutí	°C	64,5
Cetanový index	-	50,1
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	32
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	187
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	44
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	200
T ₅₀	°C	263
T ₉₀	°C	346

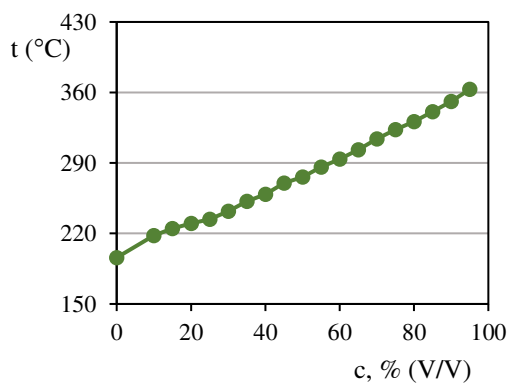


Obr. 5.5 Destilační křivka vzorku 5a

Barva žlutá, s přítomností prachových nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.7 Naměřené parametry vzorku 6a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	841,07
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,73
TVP	°C	1
CFPP	°C	-16
Bod vzplanutí	°C	65
Cetanový index	-	52,3
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	19
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	196
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	32
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	90
95 % (V/V)	°C	363
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	218
T ₅₀	°C	276
T ₉₀	°C	351

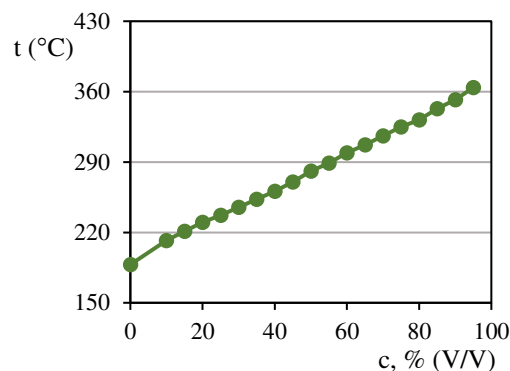


Obr. 5.6 Destilační křivka vzorku 6a

Barva žlutá, bez viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.8 Naměřené parametry vzorku 7a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	837,1
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,68
TVP	°C	-3
CFPP	°C	-24
Bod vzplanutí	°C	59,5
Cetanový index	-	54,1
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	81
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	188
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	33
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	364
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	212
T ₅₀	°C	281
T ₉₀	°C	352

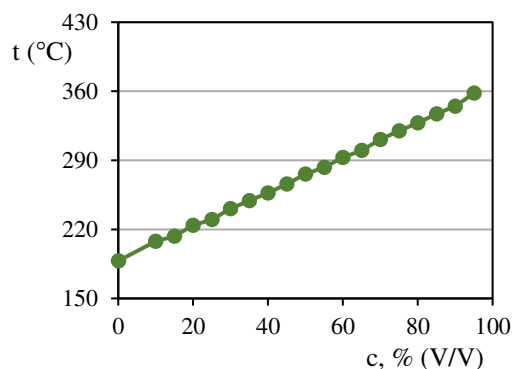


Obr. 5.7 Destilační křivka vzorku 7a

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.9 Naměřené parametry vzorku 8a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	844,06
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,67
TVP	°C	-1
CFPP	°C	-22
Bod vzplanutí	°C	63
Cetanový index	-	50,2
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	23
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	188
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	36
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	93
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	208
T ₅₀	°C	276
T ₉₀	°C	345

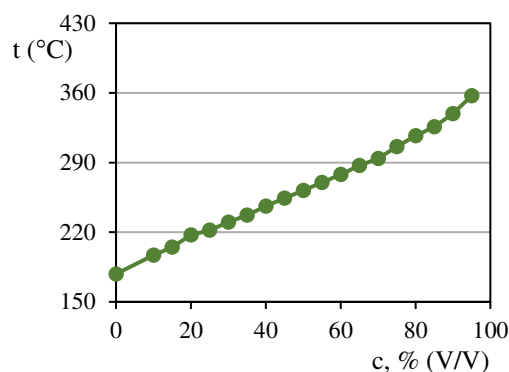


Obr. 5.8 Destilační křivka vzorku 8a

Barva tmavě žlutá, bez viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.10 Naměřené parametry vzorku 9a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	836,8
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,51
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-23
Bod vzplanutí	°C	57
Cetanový index	-	52,9
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	31
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	178
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	44
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	357
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	197
T ₅₀	°C	280
T ₉₀	°C	348

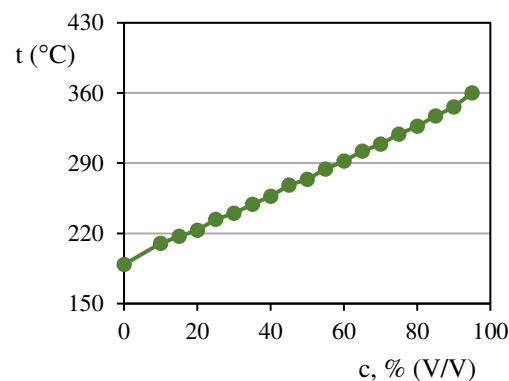


Obr. 5.9 Destilační křivka vzorku 9a

Barva tmavě žlutá, přítomnost drobných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.11 Naměřené parametry vzorku 10a

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	844,06
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,63
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-21
Bod vzplanutí	°C	62,5
Cetanový index	-	50,1
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	51
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	189
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	35
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	360
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	274
T ₉₀	°C	346



Obr. 5.10 Destilační křivka vzorku 10a

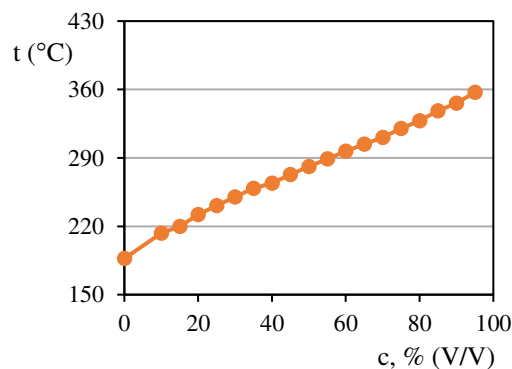
Barva tmavě žlutá, přítomnost drobných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.12 Seznam vzorku zimní nafty

Číslo	Typ	Datum	Místo	Čerpací stanice	Cena [Kč]
1b	Zimní	1. 12. 2015	Bílina - Spojovací	MOL	28,30
2b	Zimní	1. 2. 2016	Ústí nad Labem - Božtěšická	Tank ONO	22,90
3b	Zimní	4. 2. 2016	Ústí nad Labem - Žižkova	Makro	23,20
4b	Zimní	4. 2. 2016	Teplíce - Bílinská	MOL	25,50
5b	Zimní	30. 11. 2015	Chomutov	Shell	31,20
6b	Zimní	24. 11. 2015	Kláštorec nad Ohří	OMV	29,90
7b	Zimní	23. 11. 2015	Ústí nad Labem - Revoluční	MOL	28,90
8b	Zimní	4. 2. 2016	Teplíce	Benzina	25,60
9b	Zimní	23. 11. 2015	Ústí nad Labem - Přístavní	Benzina	28,30
10b	Zimní	4. 2. 2016	Most - Chánov	Benzina	24,30

Tab. 5.13 Naměřené parametry vzorku 1b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	837,1
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	3,1
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-23
Bod vzplanutí	°C	60,5
Cetanový index	-	54,3
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	71
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	187
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	30
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	357
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	213
T ₅₀	°C	281
T ₉₀	°C	346

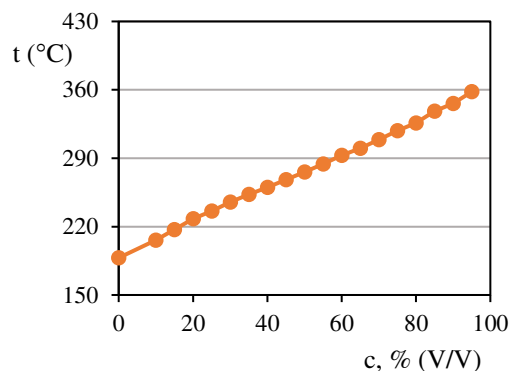


Obr. 5.11 Destilační křivka vzorku 1b

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.14 Naměřené parametry vzorku 2b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	837,78
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,68
TVP	°C	-1
CFPP	°C	-21
Bod vzplanutí	°C	53
Cetanový index	-	52,6
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	80
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	188
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	33
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	206
T ₅₀	°C	276
T ₉₀	°C	346

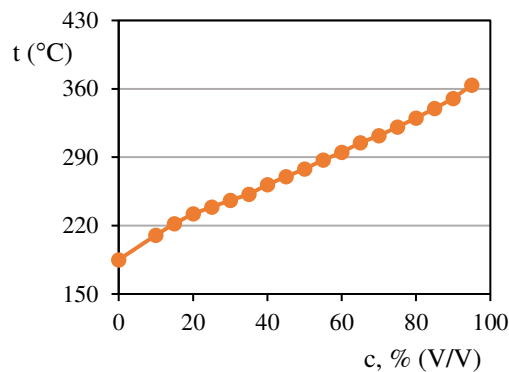


Obr. 5.12 Destilační křivka vzorku 2b

Barva žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.15 Naměřené parametry vzorku 3b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	838,77
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,79
TVP	°C	1
CFPP	°C	-23
Bod vzplanutí	°C	63
Cetanový index	-	52,8
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	62
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	185
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	32
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	90
95 % (V/V)	°C	364
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	278
T ₉₀	°C	350

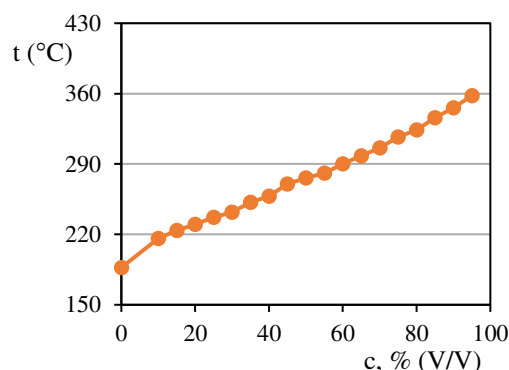


Obr. 5.13 Destilační křivka vzorku 3b

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.16 Naměřené parametry vzorku 4b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	839,77
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,97
TVP	°C	0
CFPP	°C	-18
Bod vzplanutí	°C	54
Cetanový index	-	52,7
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	87
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	187
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	32
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	91
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	216
T ₅₀	°C	276
T ₉₀	°C	346

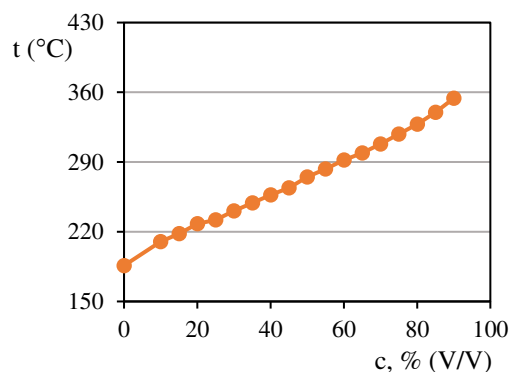


Obr. 5.14 Destilační křivka vzorku 4b

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.17 Naměřené parametry vzorku 5b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	833,15
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,6
TVP	°C	-6
CFPP	°C	-19
Bod vzplanutí	°C	57,5
Cetanový index	-	54,5
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	56
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	185
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	36
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	87
95 % (V/V)	°C	X
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	90
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	275
T ₉₀	°C	354



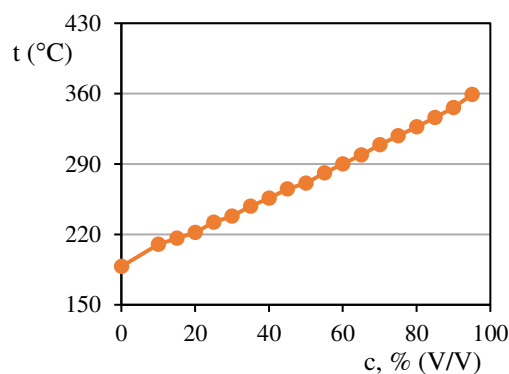
Obr. 5.15 Destilační křivka vzorku 5b

Barva světle žlutá, přítomnost drobných nečistot, bez obsahu vody.

X ... v rámci dané metody nebylo možné předestilovat požadovaný objem vzorku.

Tab. 5.18 Naměřené parametry vzorku 6b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	835,13
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,64
TVP	°C	-1
CFPP	°C	-21
Bod vzplanutí	°C	61
Cetanový index	-	53,1
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	35
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	188
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	36
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	359
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	271
T ₉₀	°C	346

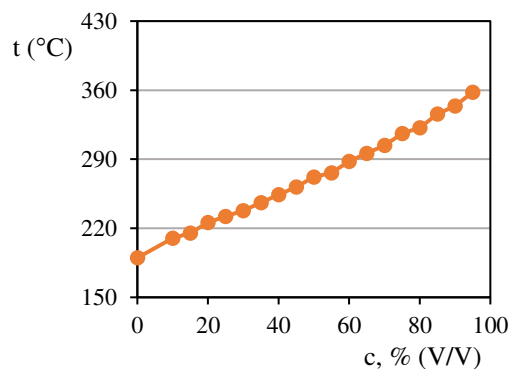


Obr. 5.16 Destilační křivka vzorku 6b

Barva žlutá, přítomnost prachových nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.19 Naměřené parametry vzorku 7b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	835,42
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,61
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-23
Bod vzplanutí	°C	67
Cetanový index	-	53,1
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	89
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	281
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	190
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	38
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	358
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	210
T ₅₀	°C	272
T ₉₀	°C	344

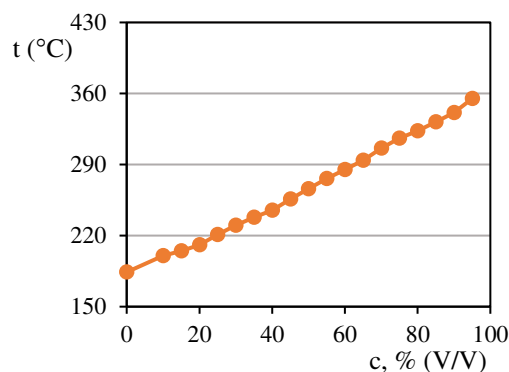


Obr. 5.17 Destilační křivka vzorku 7b

Barva žlutá, přítomnost viditelných nečistot, s obsahem vody.

Tab. 5.20 Naměřené parametry vzorku 8b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	838,09
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,59
TVP	°C	-2
CFPP	°C	-20
Bod vzplanutí	°C	63
Cetanový index	-	50,3
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	31
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	184
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	42
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	355
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	200
T ₅₀	°C	266
T ₉₀	°C	341

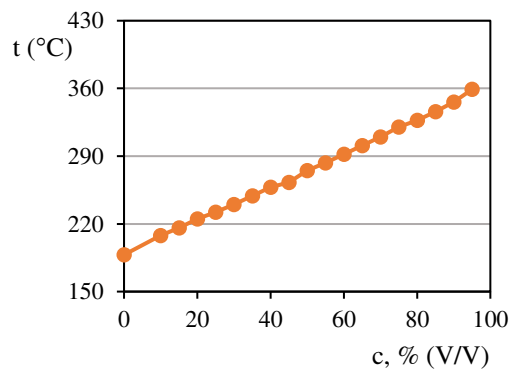


Obr. 5.18 Destilační křivka vzorku 8b

Barva tmavě žlutá, přítomnost prachových nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.21 Naměřené parametry vzorku 9b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	843,37
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,63
TVP	°C	-3
CFPP	°C	-22
Bod vzplanutí	°C	65
Cetanový index	-	50,3
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	73
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	188
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	35
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	92
95 % (V/V)	°C	359
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	208
T ₅₀	°C	275
T ₉₀	°C	346

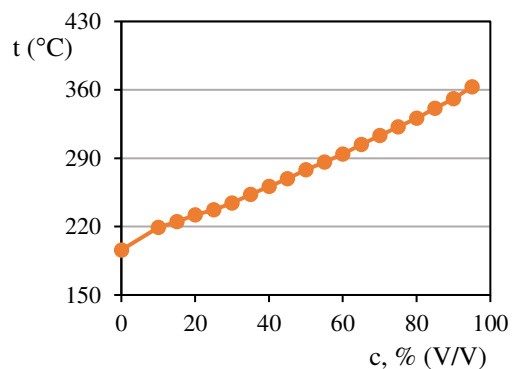


Obr. 5.19 Destilační křivka vzorku 9b

Barva tmavě žlutá, přítomnost viditelných nečistot, bez obsahu vody.

Tab. 5.22 Naměřené parametry vzorku 10b

Parametr	Jednotka	Hodnota
Hustota při 15 °C	kg·m ⁻³	840,77
Viskozita při 40 °C	mm ² ·s ⁻¹	2,78
TVP	°C	0
CFPP	°C	-17
Bod vzplanutí	°C	62
Cetanový index	-	52,8
Mechanické nečistoty	mg·kg ⁻¹	35
Obsah vody	mg·kg ⁻¹	<200
Destilační zkouška		
Začátek destilace	°C	196
Předestilovaný objem při 250 °C	% (V/V)	33
Předestilovaný objem při 350 °C	% (V/V)	87
95 % (V/V)	°C	363
Celkový předestilovaný objem	% (V/V)	95
T ₁₀	°C	219
T ₅₀	°C	278
T ₉₀	°C	351



Obr. 5.20 Destilační křivka vzorku 10b

Barva hnědožlutá, přítomnost prachových nečistot, bez obsahu vody.

6 Diskuze

Přesto, že se rafinérské společnosti zavazují, že budou dodávat kvalitní naftu splňující požadavky norem, není tomu tak. V rámci destilační zkoušky byla u vzorků 3a, 4a, 6a, 7a, 3b a 10b zjištěna přítomnost těžšího frakčního podílu, což může být zapříčiněno například přidáním topného oleje. Těžší frakční podíl způsobuje konec destilační zkoušky při vyšší teplotě, než předepisuje norma ČSN EN ISO 3405 ($>360\text{ }^{\circ}\text{C}$). U vzorků 6a a 10b je tento fakt patrný již při pohledu na začátek destilace, který má přibližně o $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší hodnotu než ostatní vzorky. Díky tomuto faktu je zhoršeno spalování paliva a vzniká větší množství sazí.

Kontaminace motorové nafty může vzniknout neúmyslně při transportu paliv případně jiných kapalin. Při převozu motorové nafty mohlo v cisterně zůstat stopové množství předchozí převážené látky. Úmyslně bývají přimíchávány látky, které nejsou zatížené spotřební daní, což je právě topný olej nebo jiný těžší frakční podíl. U vzorku 5b nebylo možné predestilovat požadovaný objem vzorku, za což může být zodpovědné složení vzorku.

Pokud začátek destilace dosahuje nižších hodnot. Obsahuje lehčí frakční podíl, čímž nejčastěji bývá benzin, který se mohl dostat to motorové nafty při transportu, tedy neúmyslně. Obsah benzínu výrazně snižuje bod vzplanutí, jelikož jej má mnohem nižší (cca $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) než motorová nafta. Stačí minimální množství a sníží ho až o několik $^{\circ}\text{C}$. U vzorku 9a je patrný dřívější začátek destilace a jeho hodnota bodu vzplanutí je jen lehce nad hranicí. Vzorky 4a, 2b a 4b mají dokonce hodnotu bodu vzplanutí pod hranicí přípustnosti. Malé množství benzínu sice neohrožuje chod motoru nebo palivové soustavy, ale zhoršuje požárně bezpečnostní vlastnosti. Pokud je v naftě obsah benzínu větší (mezi třemi a deseti procenty), chod palivového systému je ohrožen, jelikož je zhoršena její mazivost.

Jeden z hlavních problémů spočívá v čistotě nafty. Vzorky 1a, 5a, 9a, 6b, 8b, a 10b obsahují značné množství prachových znečišťujících částic. Střední hodnoty znečištění vykazují vzorky 4a, 10a a 5b. Vzorky 2a, 7a, 1b, 2b, 3b, 4b, 7b a 9b vykazují dokonce vysoký obsah mechanických nečistot. Zbylé vzorky (3a, 6a a 8a) obsahují nízké množství nečistot, ale přesto se hodnoty čistoty pohybují těsně pod hranicí. Tak jak popisuje časopis Tribotechnika 3/2017, skoro nikdy nemůžou být vzorky v normě. „Nečistoty se do nafty dostávají dýcháním, drobným otěrem a nevhodným skladováním.“ [45] Pokud budou čerpací stanice nesprávně manipulovat s motorovou naftou nebo nebudou pravidelně čistit

nádrže, případně filtry, způsobí tím kontaminaci paliva. Do vstřikovacího systému se mohou nečistoty dostat díky nasátí nečistot ze dna nádrže. Když je hladina palivové nádrže velmi nízká, je možné, že se nečistoty rozvíří a tím pádem se dostanou do palivové soustavy. Pokud se však v automobilu pravidelně mění palivový filtr, měl by tyto nečistoty zachytit.

Vzorek 7b vykazuje vysoký podíl obsahu vody, který může způsobit snížení mazivosti nebo vznik koroze. Tento fakt může být zapříčiněn vlivem špatného skladování. Palivo tzv. dýchá. To znamená, že mění svůj objem v závislosti na teplotě a váže na sebe vzdušnou vlhkost.

Jelikož většina vznětových motorů nemá odlučovače vody, vzniká mnohem větší nebezpečí zkondenzované vody. Díky tomu se může v pohodě dostat až do čerpadla, které je vysoce namáhané a v ten moment se skoro okamžitě zadře. Výrobci těchto automobilů zakazují použití aditiv, která by vodu pohltila. Přesto by jejich použití mohlo přijít ke zvažení, zejména když mají majitelé v plánu odstavení vozu na delší dobu. [46]

U vzorků zimní nafty, konkrétně 4b, 5b a 10b vyšly nízké hodnoty CFPP. Tento fakt může být způsoben smícháním s přechodným druhem nafty. Způsobuje starosti se startováním. Například v Krušných horách v Ústeckém kraji, kde jsou v zimním období běžně teploty v noci okolo $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, může tento problém nastat. Palivo má omezený průtok přes filtr a tím pádem i samotný provoz.

Při měření hustoty se vzorky 8a, 10a a 9b dostaly těsně pod hranici přijatelnosti. Vysoká hustota způsobuje mnohem větší kouřivost motoru při spalování, jelikož se do válce nastříká větší množství nafty. Díky tomu se do ovzduší dostává mnohem více škodlivých látek. Je to způsobeno přidáním většího objemu methylesteru řepkového oleje.

Jediný vzorek 8a dosahuje veškerých přijatelných hodnot. I když hodnoty hustoty a obsahu mechanických nečistot jsou podle norem ČSN EN ISO 3675 a ČSN EN 12662 jen těsně přijatelné. Jedná se o naftu přechodnou a cena tohoto vzorku je v daném období průměrná. V oblasti vzorků zimní nafty nebyl ani jeden vzorek, který by nevykazoval špatné hodnoty. Vzorek 8b se nejvíce blíží celkové přijatelnosti. Má jen lehce zvýšený obsah mechanických nečistot. V daném období se jedná o dražší typ vzorku. Tyto dva vzorky distribuuje čerpací stanice Benzina v Teplicích.

Vzorek 4a vykazuje nejhorší hodnoty z přechodných naft. Má příliš nízký bod vzplanutí, obsahuje velké množství nečistot a má vysoký konec destilační zkoušky. V daném období patří tento vzorek k levnějším. Co se týká zimního typu motorové nafty, jako nejhorší

se projevuje vzorek 4b, jenž má nízký bod vzplanutí, je špatně filtrovatelný a obsahuje vysoký podíl nečistot. V období, kdy byl tento vzorek získán, patří k dražším typům. Distribuující čerpací stanicí těchto vzorků je MOL v Teplicích. Paradoxem zůstává fakt, že přechodná nafta 4a z této čerpací stanice splňuje požadavky ztráty filtrovatelnosti pro zimní typ. Zatímco vzorek 4b, který patří k zimnímu typu, na této stanici požadavek nesplňuje. Vzorky přechodné motorové nafty dosahují lepších výsledků než zimní typ.

7 Závěr

Z výsledků vyplývá, že společnost SGS, která monitoruje stav kvality PHM pomocí zkoušek, by měla odvádět svou práci lépe. Společně s firmou Čepro sledují jakost paliva od příjmu z distribuce, přes převoz do čerpacích stanic až po jejich následný prodej. Obě ze zmíněných společností vydávají pečete, které by měly značit kvalitní palivo. Avšak dle výsledků čerpací stanice, které tyto pečete mají, prodávají nekvalitní motorovou naftu.

Stanice, které tyto programy nevyužívají, jsou na tom ještě hůře. Monitorování by mělo probíhat i při skladování, jelikož většina dodávek je při distribuci v pořádku. Zákazník však už kupuje naftu, která je mimo normy. Zvláště, když potřebuje naftu urychleně a nemůže si vybírat čerpací stanici, u které zastaví. Při přepravě nebo při stáčení z cisteren na čerpacích stanicích dochází k největšímu zanesení nečistotami případně smíchání s pře-
dešlou látkou.

Česká obchodní inspekce neprovádí přezkoumání kvality tak často, jak by bylo vhodné a pouze jen na vybraných stanicích. Pokud pumpy prodávají špatná paliva, dostávají od inspekce pokuty, avšak ty jsou vyjádřeny poměrně malou částkou. Kontrola by se měla provádět důsledněji, častěji, na všech čerpacích stanicích a při nedodržení kvality by měly být postihnuty vyšší sankcí.

Odpovědi na hypotézy

- 1) Zvýšený podíl mechanických nečistot se objevil u drtivé většiny měřených vzorků.
- 2) Pouze jeden ze vzorků zimní nafty, který byl odebrán v listopadu, má zhoršené CFPP, na což může mít vliv přítomnost jiného druhu motorové nafty.
- 3) Motorová nafta s vyšší prodejní cenou vždy nedosahuje lepších kvalitativních výsledků než levnější.

Přínos bakalářské práce

Výsledky bakalářské práce suplovaly funkci České obchodní inspekce. Pomocí měření se přišlo na různé odchylky v parametrech. Je nutno podotknout, že moderní vozidla vyžadují vysoké nároky na kvalitu paliv, tak aby byly minimalizovány negativní účinky méně kvalitního paliva.

Použitá literatura

- [1] Matějovský, V., *Automobilová doprava*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-035-5
- [2] Blažek, J., Rábl, V., *Základy zpracování a využití ropy*. Praha 2. vyd.: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2006. ISBN 80-7080-619-2
- [3] Cílek, V., Kašík, M., *Nejistý plamen*. Praha: Dokořán, 2007. ISBN 978-80-7363-122-2
- [4] Hromádka, J. a J., Hönig, V., Miler, P., *Spalovací motory*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3475-0

Internetové zdroje

- [5] Kučeravec, P., Janeček, J., Fosilní palivo. *EUWEB*. [online] 2004. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://ekodo.euweb.cz/pages/fosilni-palivo.php>
- [6] Vznik ropy. *Ropa*. [online] 2013. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.ropa.cz/vznik-ropy/>
- [7] Využití a zpracování ropy. *Ropa*. [online] 2013. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.ropa.cz/vyuziti-a-zpracovani-ropy/>
- [8] Složení rop. *Petroleum*. [online] 2007. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/slozeni-ropy.aspx>
- [9] Těžba ropy. *Ropa*. [online] 2013. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.ropa.cz/vyuziti-a-zpracovani-ropy/>
- [10] Život s autem. *Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity*. [online]. 2010. [cit. 2017-01-30] Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/tezba-ropy.html>
- [11] Co se z ropy vyrábí. *Petroleum*. [online] 2007. [cit. 2017-01-24]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/vyroby/>
- [12] Co se vyrábí z ropy. *Eraklub*. [online] 2017. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://www.eraklub.cz/poznavam/zajimavosti/1140-co-se-vyrabi-z-ropy>
- [13] Hrozek, D., Nafta v ČR. *O energetice*. [online] 2017. [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/ropa/nafta/>
- [14] Nafta v mrazech. *Autoarena*. [Online] 2017. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.autoarena.cz/index1.php?ID=194>
- [15] Hrazdil J., ČSN EN 590. *Normy*. [online] 2003. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/detail/95061>
- [16] Cetanový index. *Petroleum*. [online] 2003. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=68>
- [17] Nafta s nízkým bodem vzplanutí. *eLogistika*. [online] 2007. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.elogistika.info/nafta-s-nizkym-bodem-vzplanuti-muze-poskodit-motor-vozu/>
- [18] Výroba a vlastnosti motorových naft. *Motorové nafty*. [online] Pdf. 2017. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: http://www.primat.cz/?_fid=a50s#notify
- [19] Motorová nafta. *Motorová nafta*. [online] Pdf. 2007. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://gorivo.cz/wp-content/uploads/pdf/motorova-nafta.pdf>
- [20] Zkoušky asfaltových směsí. *Jip-tech*. [online] 2014. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.jip-tech.cz/Home/AsphaltTest>

- [21] Hustoměr na naftu. *Thermofisher*. [online] 1994. [cit. 2017-03-12].
Dostupné z: <http://www.thermofisher.cz/produkty/hustomer-na-naftu-760-880-1-kg-s-teplomerem>
- [22] Viskozimetry. *Muni*. [online] 2012. [cit. 2017-03-03]. Dostupné z:
<http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/labtech/pages/viskozimetry.html>
- [23] Čerpací stanice Shell. *Cerpaci-stanice*. [online] 2007. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.cerpaci-stanice.eu/shell>
- [24] Kdo jsme. *Shell*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.shell.cz/about-us/who-we-are.html>
- [25] O skupině Mol. *Molcesko*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<https://molcesko.cz/cz/o-nas/o-skupine-mol>
- [26] Hledáme partnery. *Benzina*. [online] 2016. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.benzina.cz/CS/franchising/Stranky/default.aspx>
- [27] Čerpací stanice Benzina. *Cerpaci-stanice*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.cerpaci-stanice.eu/benzina>
- [28] Tank ONO. *Cerpaci-stanice*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.cerpaci-stanice.eu/ono>
- [29] OMV v Česku. *OMV*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<https://www.omv.cz/portal/01/cz/private>
- [30] Čerpací stanice OMV. *Cerpaci-stanice*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.cerpaci-stanice.eu/omv>
- [31] Čerpací stanice. *Makro*. [online] 2017. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z:
<http://www.makro.cz/o-makro/cerpaci-stanice>
- [32] Super diesel aditiv. *Vif*. [online] 2017. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z:
<http://www.vif.cz/produkty/aditiva-do-nafty/super-diesel-aditiv-zimni-3.html>
- [33] Motorová a olejová aditiva. *Ochranamotoru*. [online] 2017. [cit. 2017-03-11].
Dostupné z: <http://aditiva.ochranamotoru.cz/aditivace-nafty-dieselova-aditiva-flashlube-vif-vap-saver.php>
- [34] Aditivace motorové nafty. *Petroleum*. [online] 2007. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z:
<http://www.petroleum.cz/vyrobky/nafta-aditivace.aspx>
- [35] Infračervená spektroskopie. *Upol*. [online] 2017. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z:
http://fch.upol.cz/skripta/zfcm/ir/ir_teorie.htm
- [36] Pražák, V. Česká rafinářská. *Motorová paliva - historie současnost*. [online] Pdf.
2017. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z:
http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova_paliva_historie_soucasnost.pdf
- [37] Cetanové číslo. *Petroleum*. [online] 2007. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z:
<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=67>
- [38] Svět maziv. *Oleje*. [online] 2017. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z:
<https://www.oleje.cz/clanek/Nazvoslovi-z-oboru>
- [39] Čistota motorové nafty. *Tribotechnika*. [online] 2008. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z:
<http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-32012/cistota-motorove-nafty.html>
- [40] Aditiva do paliv. *Oleje*. [online] 2017. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z:
https://www.oleje.cz/clanek/Aditiva_do_paliv
- [41] Disperzanty. *Petroleum*. [online] 2007. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z:
<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=78>
- [42] Funkce olejů. *Dbo*. [online] 2017. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z:
<http://www.dbo.cz/funkce-oleju/>

- [43] Protipěnovostní přísady. *Optilube*. [online] 2013. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://www.optilube.cz/oleje-maziva/term_156
- [44] Aditivace pohonných hmot. *Udrzbapodniku*. [online] 2015. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=6585&cHash=353ab6de2f&type=98
- [45] Problémy s provozem automobilů. *Tribotechnika*. [online] 2008. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-52012/problemy-s-provozem-automobilu.html>
- [46] Kvalita nafty. *Agat*. [online] 2017. [cit. 2017-03-02]. Pdf Dostupné z: <http://www.agat.sk/domain/agat/files/autodiesel/183-dd---kvalita-nafty.pdf>
- [47] Hromádko, J., Miler, P., Hromádko, J., Höning, V., Schwarzkopf, M. *The influence of Three Way Catalyst on harmful emission production. Transportation Research Part D: Transport and Environment*. [online] 2010, roč. 15, č. 2, s. 103-107. [cit. 2017-03-05]. ISSN: 1361-9209 Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/248320093_The_influence_of_three-way_catalysts_on_harmful_emission_production
- [48] Hromádko, J., Miler, P., Höning, V. *Applications of NRTC cycle to determine a different fuel consumption and harmful emissions caused by changes of engine's technical conditions. Eksploatacja i Niezawodnosc*, [online] 2008, roč. 40, č. 4, s. 63–65. [cit. 2017-03-05]. ISSN: 1507-2711 Dostupné z: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAT1-0031-0011>
- [49] Hromádko, J., Miler, P., Höning, V. *Use of the Vehicle Movement Model to Determination of Economic and Environmental Impacts Caused by Separate Vehicle*. [online] 2009, Eksploatacja i niezawodnosc, Maintenance and Reliability roč. 41; č. 1; Počet stran: 4; s. 70-73. [cit. 2017-03-05]. ISSN: 1507-2711 Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiv1M7jjP_SAhVDECwKHafHACUQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ein.org.pl%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2009-01-11.pdf&usq=AFQjCNHf2w5nWeBJtLas_qEESXfX-ZUFFq&sig2=axkMM7jvGkJMXlzmNDeCCw&cad=rja
- [50] Mařík, J., Pexa, M., Kotek, M., Höning, V. *Comparison of the effect of gasoline - ethanol E85 - butanol on the performance and emission characteristics of the engine Saab 9-5 2.3 l turbo. Agronomy Research*. [online] 2014, roč. 12, č. 2, s. 359-366. [cit. 2017-03-05]. ISSN: 1406-894X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/286950893_Comparison_of_the_effect_of_gasoline_-_ethanol_E85_-_butanol_on_the_performance_and_emission_characteristics_of_the_engine_Saab_9-5_23_l_turbo
- [51] Pexa, M., Čedík, J., Mařík, J., Höning, V., Horníčková, Š., Kubín, K. *Comparison of the operating characteristics of the internal combustion engine using rapeseed oil methyl ester and hydrogenated oil. Agronomy Research*. [online] 2015, roč. 13, č. 2, s. 613- 620. [cit 2017-03-05]. ISSN: 1406-894X Dostupné z: http://agronomy.emu.ee/vol132/13_2_39_B5.pdf

CD-ROM

- [52] Hönig, V., Paliva a maziva. [CD-ROM] Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 2013, ISBN 978-80-213-2432-9

Normy

- [53] ČSN EN 590. *Motorová paliva - Motorové nafty. Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 20 s. Třídící znak: 65 6506.
- [54] ČSN EN ISO 3675. *Ropa a kapalně ropné výrobky. Laboratorní stanovení hustoty. Stanovení hustoměrem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999. 16 s. Třídící znak: 656011.
- [55] ČSN EN ISO 3405. *Ropné výrobky. Stanovení destilační křivky při atmosférickém tlaku*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. Třídící znak: 656124.
- [56] ČSN EN ISO 5165. *Ropné výrobky. Stanovení cetanového čísla motorové nafty. Motorová metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999. 24 s. Třídící znak: 656162.
- [57] ČSN EN ISO 4264. *Ropné výrobky. Výpočet cetanového indexu paliv na bázi středních destilátů rovnicí o čtyřech neznámých*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008. 12 s. Třídící znak: 656187.
- [58] ČSN EN ISO 2719. *Stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Penskyho-Martense*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004. 32 s. Třídící znak: 656064.
- [59] ČSN EN ISO 3104. *Ropné výrobky. Průhledné a neprůhledné kapaliny. Stanovení kinematické viskozity a výpočet dynamické viskozity*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1997. 20 s. Třídící znak: 656016.
- [60] ČSN EN ISO 23015. *Ropné výrobky. Stanovení teploty vylučování parafínů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1996. Třídící znak: 656160.
- [61] ČSN EN 116. *Motorová nafta a topné oleje pro vytápění domácností. Stanovení filtrovatelnosti CFPP*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999. 24 s. Třídící znak: 656166.
- [62] ČSN EN 12662. *Kapalně ropné výrobky. Stanovení celkového obsahu nečistot ve středních destilátech, motorových naftách a methylesterech mastných kyselin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 16 s. Třídící znak: 656135.
- [63] ČSN EN ISO 12937. *Ropné výrobky. Stanovení vody. Coulometrická titrační metoda podle Karl Fischera*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003. 16 s. Třídící znak: 656059.

Seznam obrázků

Obr. 2.1	Destilace ropy	4
Obr. 4.1	Ponorný hustoměr	21
Obr. 4.2	Průběh destilace	21
Obr. 4.3	Pensky-Martens	23
Obr. 4.4	Viskozimetr	23
Obr. 4.5	Měření bodu zákalu	23
Obr. 4.6	Filtrační vybavení	24
Obr. 5.1	Destilační křivka vzorku 1a	26
Obr. 5.2	Destilační křivka vzorku 2a	26
Obr. 5.3	Destilační křivka vzorku 3a	27
Obr. 5.4	Destilační křivka vzorku 4a	27
Obr. 5.5	Destilační křivka vzorku 5a	28
Obr. 5.6	Destilační křivka vzorku 6a	28
Obr. 5.7	Destilační křivka vzorku 7a	29
Obr. 5.8	Destilační křivka vzorku 8a	29
Obr. 5.9	Destilační křivka vzorku 9a	30
Obr. 5.10	Destilační křivka vzorku 10a	30
Obr. 5.11	Destilační křivka vzorku 1b	31
Obr. 5.12	Destilační křivka vzorku 2b	32
Obr. 5.13	Destilační křivka vzorku 3b	32
Obr. 5.14	Destilační křivka vzorku 4b	33
Obr. 5.15	Destilační křivka vzorku 5b	33
Obr. 5.16	Destilační křivka vzorku 6b	34
Obr. 5.17	Destilační křivka vzorku 7b	34
Obr. 5.18	Destilační křivka vzorku 8b	35
Obr. 5.19	Destilační křivka vzorku 9b	35
Obr. 5.20	Destilační křivka vzorku 10b	36

Seznam tabulek

Tab. 2.1	Využití ropy	5
Tab. 2.2	Nafta mírného klimatu	8
Tab. 2.3	Nafta arktického klimatu	8
Tab. 2.4	Technické požadavky motorové nafty	10
Tab. 5.1	Seznam vzorků přechodné nafty	25
Tab. 5.2	Naměřené parametry vzorku 1a	26
Tab. 5.3	Naměřené parametry vzorku 2a	26
Tab. 5.4	Naměřené parametry vzorku 1a	27
Tab. 5.5	Naměřené parametry vzorku 4a	27
Tab. 5.6	Naměřené parametry vzorku 5a	28
Tab. 5.7	Naměřené parametry vzorku 6a	28
Tab. 5.8	Naměřené parametry vzorku 7a	29
Tab. 5.9	Naměřené parametry vzorku 8a	29
Tab. 5.10	Naměřené parametry vzorku 9a	30
Tab. 5.11	Naměřené parametry vzorku 10a	30
Tab. 5.12	Seznam vzorků zimní nafty	31
Tab. 5.13	Naměřené parametry vzorku 1b	31
Tab. 5.14	Naměřené parametry vzorku 2b	32
Tab. 5.15	Naměřené parametry vzorku 3b	32
Tab. 5.16	Naměřené parametry vzorku 4b	33
Tab. 5.17	Naměřené parametry vzorku 5b	33
Tab. 5.18	Naměřené parametry vzorku 6b	34
Tab. 5.19	Naměřené parametry vzorku 7b	34
Tab. 5.20	Naměřené parametry vzorku 8b	35
Tab. 5.21	Naměřené parametry vzorku 9b	35
Tab. 5.22	Naměřené parametry vzorku 10b	36

Seznam zkratk

CFPP	Cold Filter Plugging Point - teplota ztráty filtrovatelnosti
FAME	Methylestery mastných kyselin
PAH	Polyaromatický uhlovodík
PHM	Pohonné hmoty a paliva
SOF	Pevná organická frakce
TVP	Bod zákalu - teplota vylučování parafinů

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1	Výpočet destilační křivky	1
Příloha 2	Výpočet cetanového čísla	2
Příloha 3	Schéma využití ropy v rafinerském a petrochemickém průmyslu	3
Příloha 4	Obecný tvar destilační křivky	4
Příloha 5	Informace o aditivech	5
Příloha 6	Složení ropy	9

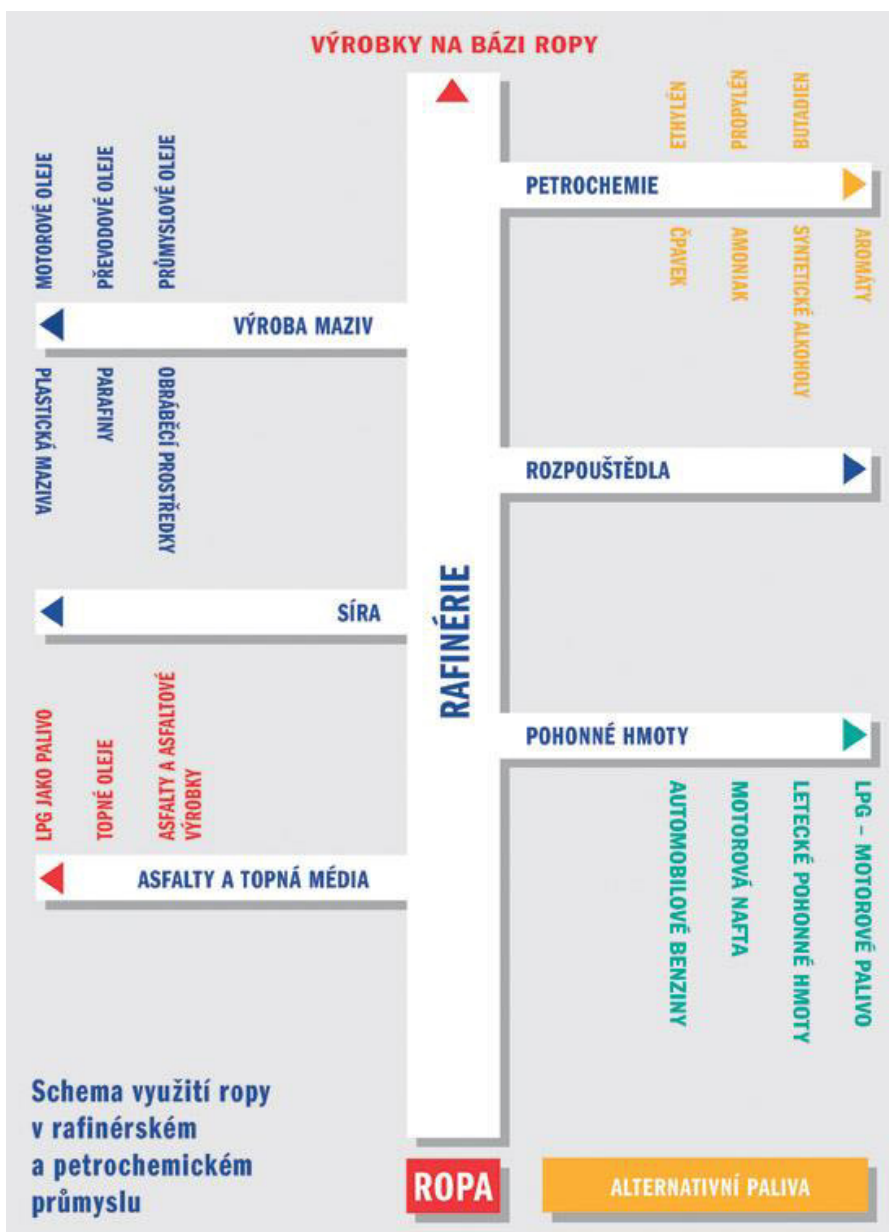
Příloha 1 Výpočet destilační křivky [55]

Název	Vzorec	Vysvětlivky
Korigace na barometrický tlak	$T_c = 0,0009 \cdot (101,3 - p_k) \cdot (273 + t)$	p_k = barometrický tlak [kPa] t = zjištěné čtení teploměru [°C]
Korigované ztráty	$L_c = 0,5 + \frac{L - 0,5}{1 + (101,3 - p) / 8,00}$	L = procento ztrát vypočtené z údajů zkoušky [%] p = naměřený barometrický tlak [kPa]
Korigovaný procentuální výtěžek	$R_c = R + (L - L_c)$	R = zjištěný destilát [% obj.] L = zjištěné procento ztrát [% obj.] L_c = korigované procento ztrát [% obj.]
Procento objemu odpaření	$P_e = P_t + L$	P_t = procento objemu destilátu L = zjištěné procento ztrát [% obj.]
Čtení teploměru	$T = T_l + \frac{(T_h - T_l) \cdot (R - R_l)}{R_h - R_l}$	T_l = čtení teploměru zaznamenané při R_l [°C] T_h = čtení teploměru zaznamenané při R_h [°C] R = procento objemu destilátu R_l = procento objemu destilátu přiléhající k R a nižší než R R_h = procento objemu destilátu přiléhající k R a vyšší než R
Stanovení shodnosti výsledku	$\frac{\Delta C}{\Delta V} = \frac{T_U - T_L}{V_U - V_L}$	T_U = horní teplota T_L = spodní teplota V_U = procento objemu destilátu nebo odpaření odpovídající T_U V_L = procento objemu destilátu nebo odpaření odpovídající T_L

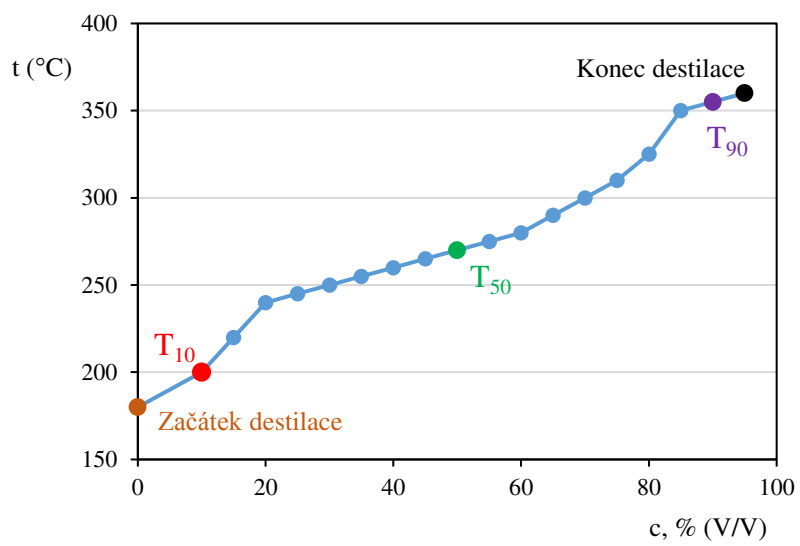
Příloha 2 Výpočet cetanového čísla [56]

Vzorec
$CN_S = CN_{LRF} + \left(\frac{HW_S - HW_{LRF}}{HW_{HRF} - HW_{LRF}} \right) \cdot (CN_{HRF} - CN_{LRF})$
Vysvětlivky
CN_S = cetanové číslo vzorku
CN_{LR} = cetanové číslo nízkocetanového referenčního paliva
CN_{HRF} = cetanové číslo vysokocetanového referenčního paliva
HW_S = hodnota na cetanmetru pro vzorek paliva
HW_{LRF} = hodnota na cetanmetru nízkooktanového referenčního paliva
HW_{HRF} = hodnota na cetanmetru vysokooktanového referenčního paliva

Příloha 3 Schéma využití ropy v rafinerském a petrochemickém průmyslu [11]



Příloha 4 Obecný tvar destilační křivky. Zdroj: vlastní



Antioxidanty a zlepšovače stability

Pokud ropná motorová nafta neobsahuje alkeny, nemusíme ji stabilizovat pomocí antioxidantu, případně když ji nehodláme na delší dobu skladovat. Stabilita nafty je narušena dusíkatými deriváty, které obsahují frakce, jež vznikly při krakování – při výrobě nafty před použitím plynového oleje. Jelikož při výrobě nafty vzniká velké množství alkenů, je nutné aplikovat antioxidační a stabilizující aditiva. Pro aplikaci používáme typově stejné látky, jako u benzinů, i co se týká malého množství. Existují dvě kategorie aditiv, a to antioxidační a stabilizační. [1]

Přísady zvyšující cetanové číslo

V budoucnu se budou více využívat, i když lze cetanové číslo zvýšit převážně snížením aromátů. Jenže tento proces je zdlouhavý a pracný. Díky těmto aditivům se zkrátí prodleva vznětu, což je čas počínaje vstřikem paliva přes stupeň fyzikální a chemický. Při této reakci využijeme dusíkaté sloučeniny, které lehce uvolňují volné částice. Tyto částice jsou schopny velmi dobře vyvolat chemické reakce. Částice také uspíší proces okysličování u paliv. Prodlevu vznětu zkrátí nahozením oxidační reakce, před kterou nastává vznícení. Možnými přísadami jsou nitráty a peroxidy v rozmezí 100 až 4000 mg·kg⁻¹, čímž zvýšíme cetanové číslo cca o 1–10 jednotek. Pokud má původní nafta více aromátů a malé cetanové číslo, nebudou mít přísady velký účinek. [52;56]

Baktericidní přísady

Ničí mikroorganismy, které rozkládají palivo. Buď omezují jejich tvorbu, nebo je přímo zničí. Můžeme je vložit rovnou do nafty nebo do vrstvy vody, která není spojena s naftou. Aditiva, která vkládáme do vody, se nesmí dostat do nafty, jelikož by mohla vzniknout suspenze. Ta by případně zanesla filtry a čerpadla v palivové soustavě. [40]

Antistatické přísady

Přidáváme hlavně kvůli bezpečnosti, aby se zlepšila vodivost a nemohl tak vzniknout elektrostatický výboj. Při jakékoli práci s naftou by mohla vypuknout exploze kvůli statické elektřině, protože společně páry paliva a vzduch se pohybují ve spodní a vrchní mezi výbušnosti. Dále používáme materiály, které mají větší elektrickou vodivost, například

nádrže vozidel. Vodivost by se měla zvýšit na hodnoty $50\text{--}0\text{ pS}\cdot\text{m}^{-1}$. Pro zvýšení používáme nitráty polymerů. V dřívější době se používaly i sirné sloučeniny, ale to už dnes není vhodné, kvůli snižování síry, jak již bylo řečeno v jedné z předchozích kapitol. [33;52]

Deemulgátory a odvodňovače

Mají za účel zvýšit povrchové napětí. Protože se vytváří směs dvou kapalin, které se nemůžou společně směšovat. Směs obsahuje drobné nečistoty a nejčastěji zapříčiňují nepravidelný chod motoru kvůli tomu, že se ucpal palivový filtr. Stabilitu jevů, při kterých se rozkládá bílé světlo na jednotlivé barvy (když prochází látkou), zvýšíme detergentními aditivami. [33;40]

Inhibitory koroze

Jsou látky, které mají molekuly s nerovnoměrně rozděleným elektrickým nábojem a mají 2 elektrické náboje s opačnou polaritou. Na povrchu, který je z kovu, vytváří hustou síť, která brání korozním látkám v přístupu. Chrání kovové nádrže a palivové trubky. Stačí použít přibližně 5 ppm těchto aditiv. [32;52]

Detergenty a dispersanty

Užívají se při vzájemném působení. Detergenty čistí pomocí dipólů molekuly, které přetáhnou do roztoku nečistotu, která je opačně nabitá. Na povrchu z kovu dokážou vytvořit bariéru, která zabraňuje, aby se karbonové zbytky usadily. Při užití dispersantu se na uvolněné částici objeví úplně stejný náboj, který mají i jiné volné částice. Díky stejným nábojům se odpuzují, a tak nevznikne místo pro usazení. [40;41]

Mazivostní přísady

Přidávají se, protože se snižuje síra v naftě. Tyto přísady dokáží zvýšit mazivost pomocí zabránění vzniku peroxidových vysoce reaktivních částic. Případně se do nafty přidávají velmi polární sloučeniny. V závislosti s těmito aditivami se provádí zkoušky na zjištění hodnoty peroxidového čísla. Čím je vyšší, tím má nafta horší mazivostní vlastnosti i horší odolnost proti oxidaci. Podle normy smí mít otěrová stopa maximálně 460 mm v průměru, která souvisí s minimální úrovní mazivosti. „Jako přísady se používají estery mastných a karboxylových kyselin.“ [42;52]

Modifikátory krystalické struktury parafinů

Zajišťují správnou úroveň parametrů, které jsou potřeba v zimním období. Při teplotě pod 0 °C tuhnou n-alkany, které mají bod varu nad 250 °C. Uhlovodíky, jež mají bod varu vyšší než je 350 °C, tuhnou nad 30 °C. Tyto alkyly nafta vylučuje ve formě krystalků parafinů a mají plochý tvar. Abychom je upravili, přidáme petrolejovou frakci, která nám sníží konec destilace. Případně přidáme aditiva, která dokáží změnu v krystalické struktuře parafinu. V jejich molekule je polární skupina, která zabraňuje, aby rostly další krystalky. Pokud chceme předpovědět jejich účinnost, musíme pozorovat destilační křivku a také, jaké má chemické složení nafta, která ještě nebyla aditivovaná. [1;34]

Protipěnovostní přísady

Přidávají se, aby hladina nafty při tankování nepěnila. I když nemáme plnou nádrž, tak může přetékat kvůli velkému množství pěny. Jako účinné aditivum by se mohl použít ether, ale ten se kvůli bezpečnosti nesmí použít. Přidáváme tedy silikony s látkou, která snižuje polaritu vody, tedy její protilehlost. [43]

Odmrazovače a odledňovače

Jsou důležité hlavně v zimním období, když skladujeme naftu a v nádrži případně cisterně se objevuje voda ve volné formě, která má buď souvislou vrstvičku, nebo jednotlivé kapky. Ty dokážou lehce zmrznout a nedovolí správnému čerpání paliva. V tomto případě přidáváme alkoholy, které vytvoří trojsměs nafta-voda-alkohol. [34;52]

Zlepšovače hoření

Zmenšují kouřivost dieselových motorů, jelikož lépe prohořívá vstřikované palivo, protože průměr kapiček klesl. Zmenší se povrchové napětí za fyzikálně-chemické pomoci, kdy získáme energii. Dnes už však nejsou moc aktuální, jelikož vznikají nové systémy. [44]

Barvivo

Pomocí kterého dokážeme odlišovat druhy paliva, případně může upozornit na dokonalejší palivo. Naftu obarvíme cca 3–5 mg barviva na jeden litr nafty. Pokud ji chceme značkovat, použijeme minimálně 6 mg/1 litr. [33;44]

Přísady regenerující filtry částic

Vypalují saze. Jsou to přísady, které mohou katalycky regenerovat. Do paliva přidáme vhodný kov, tedy rozpustnou organokovovou sloučeninou. Ta je schopna urychlit oxidační proces a snížit teplotu, při které se vznítí saze. [52]

Příloha 6 Složení ropy

V ropě se vyskytují některé plyny – methan, ethan, propan, butany, oxid uhličitý a sulfan. Méně obvyklá je přítomnost dusíku případně vzácných plynů. Velkou část tvoří kapaliny. Mezi ně zahrnujeme různé uhlovodíky, a to parafíny, izoparafíny, cyklany, nafteny a aromáty. Do tuhých látek zařazujeme tuhé uhlovodíky – parafíny a cereziny, a také asfaltické látky. Ty rozpouštíme anebo peptizujeme v kapalných sloučeninách. [2;7]

Sloučeniny jsou odlišné podle toho, kde ropu nalezneme a jaké je její stáří. Jiná je struktura, velikost molekuly, počet kruhů a počet alkylsubstituentů. Při vyšším bodu varu ropné frakce se zvětší složitost směsi, izomery jsou početnější a koncentrace hetero-sloučenin je zvětšená. [7] Pokud máme starší ropu, má menší váhu, obsah asfaltu je nižší a uhlovodíků vyšší než u ropy, která je mladší. [5]