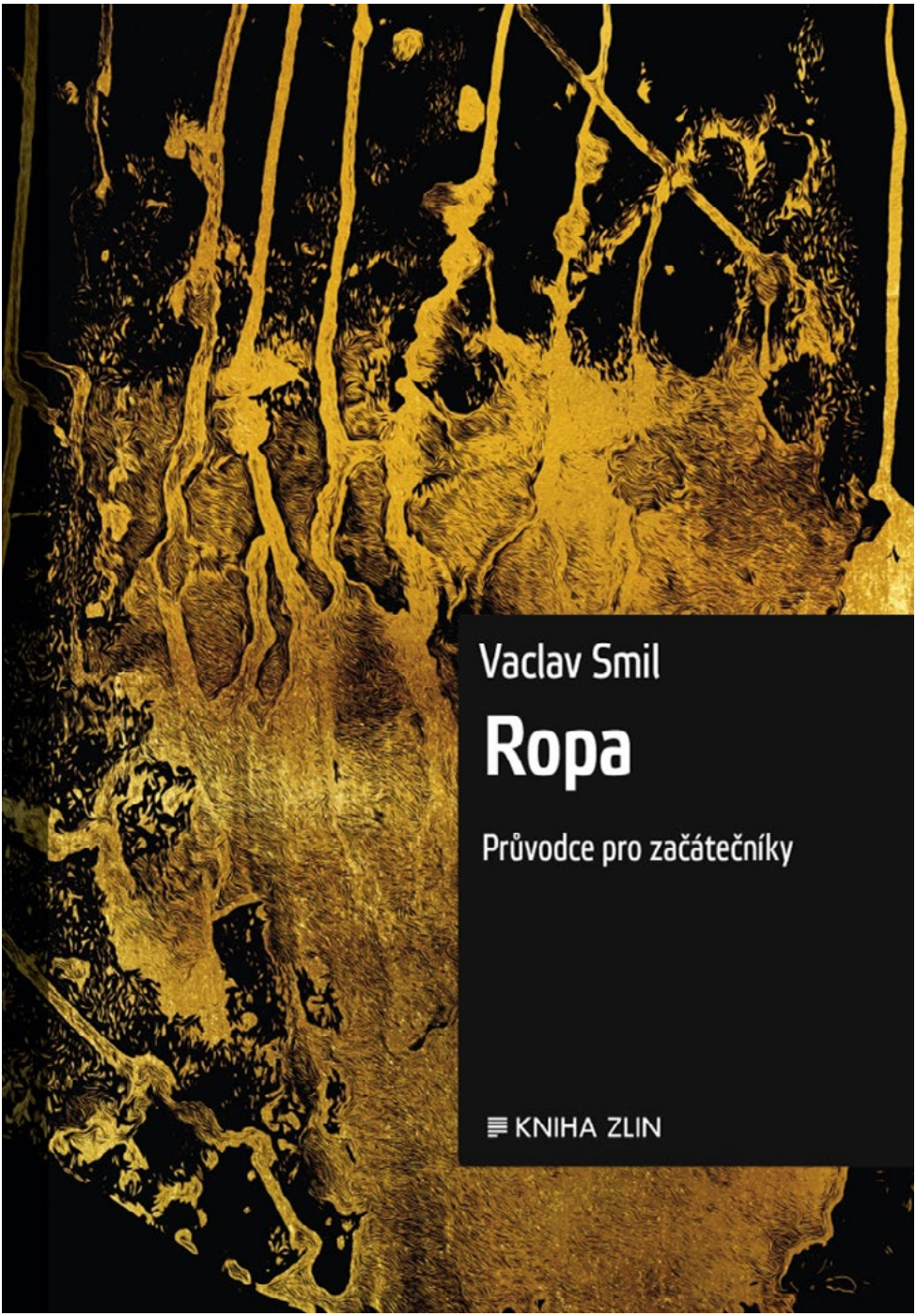


Vaclav Smil

Ropa

Průvodce pro začátečníky

KNIHA ZLIN

Ropa

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.knihazlin.cz
www.albatrosmedia.cz

KNIHA ZLIN

Vaclav Smil
Ropa – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2018

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS MEDIA

TEMA

Vaclav Smil

Ropa

Průvodce pro začátečníky

V překladu Pavla Kaase

KNIHA ZLIN

Obsah

Přehled ilustrací | 9
Předmluva | 13
Svět ropy | 17

1. **Přínosy ropy a její stinné stránky** | 23
2. **Co je ropa a jak vznikala** | 83
3. **Jak se ropa hledá a kde byla objevena** | 123
4. **Produkce, přeprava a zpracování ropy** | 173
5. **Jak dlouho nám ropa vydrží?** | 219

Příloha A: Jednotky a zkratky, jejich definice a převody | 257
Příloha B: Doporučená literatura a weby | 259
Rejstřík | 263

Přehled ilustrací

1 **Otcové automobilového věku** (ve směru otáčení hodinových ručiček): **Nicolaus Otto, Karl Benz, Gottlieb Daimler a Rudolf Diesel** | 27
2 **Celosvětové rozložení vlastnictví automobilů v období let 1900–2005** | 30
3 **Exponenciální nárůst celkově ročně nalétaných osobokilometrů na pravidelných leteckých linkách v období let 1920–2005** | 40
4 **Ceny surové ropy v období let 1859–2007** | 48
5 **Meziroční změny cen ropy uvedené zde za pětadvacetileté období mezi roky 1981 a 2007 ukazují na prakticky náhodné kolísání, jež není možné předvídat** | 65
6 **Země Středního východu bohaté na ropu a nevyužívající plně svůj potenciál** | 68
7 **Struktura nejběžnějších tekutých alkanů, cykloalkanů a arenů** | 88
8 **Geologická časová osa** | 96
9 **Důmyslné uhličitanové schránky mořské řasy ze skupiny kokolitek (druh *Emiliania huxleyi*) a dírkonošce *Ammonia parkinsoniana*** | 108
10 **Čtyři běžné typy ropných pastí** | 115
11 **Východozápadní řez vrstvami největšího ropného pole světa Ghawar a rozsah pole** | 118
12 **Zjednodušené schéma mořského seizmického průzkumu** | 127
13 **Kresba z období dynastie Čching zobrazující starobylou čínskou techniku nárazového vrtání s využitím bambusové těžní věže** | 135
14 **Moderní otočná vrtná souprava** (přetištěno s laskavým svolením BP) | 139
15 **Ilustrace prvního valivého dláta v patentové přihlášce Howarda Hughese z roku 1908** (vlevo) **a první tříkuželové valivé dláto,**

vynalezené v roce 1933 Floydem L. Scottem a Lewisem E. Garfieldem z Hughes Tool Company | 141
16 **Směrové a horizontální vrtání** | 155
17 **Les dřevěných těžních věží v Baku v roce 1886** | 161
18 **Mapa světa s velikostí zemí a kontinentů podle poměru jejich podílu na zásobách ropy v roce 2005** | 167
19 **Globální poměr rezervy/produkce surové ropy za období let 1945–2005** | 169
20 **Vrtná montáž typu „vánoční stromek"** (přetištěno s laskavým svolením BP) | 177
21 **Ropná plošina *Ursa* v Mexickém zálivu** | 186
22 **Globální produkce ropy v období let 1859–2007** | 191
23 ***Iwatesan*, velmi velký ropný tanker s dvojitým trupem s kapacitou 300 000 dwt postavený v roce 2003 společností Mitsui Engineering & Shipbuilding** | 200
24 **Tok produktů v moderní rafinerii** (zjednodušeně) | 209
25 **Globální podíly primárních energií v období let 1900–2006** | 222
26 **Hubbertova předpověď vrcholu ropné produkce USA a následného poklesu těžby – a skutečný průběh těžby v letech 1970–2006** | 232
27 **Možné křivky produkce ropy v průběhu 21. století** | 235
28 **Extrakce ropy z písků: technologie CSS a SAGD** | 246

Předmluva

Stejně jako další knihy z této série (včetně mé předchozí knihy o energii) není ani toto průvodce pro začátečníky v pravém smyslu slova. V tomto konkrétním případě jsou nezbytné určité minimální odborné znalosti (především přiměřené zvládnutí základních počtů). Základní vstupní úroveň znalostí pro tuto knihu by se dala specifikovat jako ekvivalent severoamerického středoškolského vzdělání; rok dva univerzitního studia (bez ohledu na obor) by čtení usnadnily, ale jako vždy nezáleží ani tolik na formálním vzdělání jako na individuálním zájmu, zvídavosti a ochotě učit se. Z tohoto hlediska se mezi čtenáře, kteří by z této knihy mohli mít užitek, řadí jak skuteční začátečníci, tak lidé, kteří mají bohaté znalosti o určitém segmentu velkého podniku orientovaného na ropu, avšak rádi by se dozvěděli více o dalších aspektech tohoto logicky interdisciplinárního tématu vědeckého zkoumání.

Tato kniha se jen hemží čísly (jsem si jist, že na něčí vkus jich je až příliš), rozhodně se za to však nebudu omlouvat;

původ, geologii, průzkum, těžbu, přepravu, zpracování a využití ropy i její vliv na společnost a životní prostředí lze skutečně pochopit jen tehdy, dokážeme-li posoudit specifická časová rozpětí, hloubky, objemy, trvání, míry, kumulativní množství, koncentrace, ceny, subvence a náklady, které toto rozsáhlé globální podnikání definují a ovládají. Pokud jde o množství technických termínů, snažil jsem se je (ač jen stručně) vysvětlit tam, kde jsem je poprvé použil. Všechny jednotky a jejich zkratky jsou vysvětleny v příloze A, příloha B uvádí dvanáct dalších doporučených knih a nedlouhý výběr webových stránek skýtajících hojnost informací.

Toto je má pětadvacátá kniha. Její psaní bylo radostné, ale nijak snadné. Za každý zajímavý střípek informací, za každé číslo a za každý závěr, který jsem zařadil, jsem musel vypustit několikanásobně vyšší počet fascinujících faktů, vysvětlení a užitečných exkurzů do nečekaných směrů. Shrnout svět ropy do přibližně 60 000 slov textu (anglického originálu – pozn. red.) bylo nekončícím tréninkem ve zkracování a vypouštění. Ačkoliv to neomlouvá všechna opomenutí a nedokonalosti této knihy, žádám jak odborníky (které možná popudí absence témat, jež oni pokládají za nezbytná), tak skutečné začátečníky (kteří by si přáli rozsáhlejší vysvětlení), aby měli na paměti toto zásadní omezení, s nímž jsem musel pracovat. V neposlední řadě děkuji Marshe Filionové za to, že mi poskytla další příležitost psát (v rámci stanoveného počtu slov) bez jakýchkoliv omezení, a Douglasu Fastovi za přípravu dalšího zajímavého souboru vhodných ilustrací.

Svět ropy

Pokud bychom dějiny vnímali jako posloupnost stále pozoruhodnějších konverzí energie, pak si ropa – nebo přesněji řečeno celá škála tekutin z ní vyráběných – vysloužila v evoluci lidstva bezkonkurenční pozici. Přeměny těchto tekutin ve spalovacích motorech rozšířily lidské obzory prostřednictvím nových a ekonomicky dostupnějších prostředků individuální i hromadné přepravy osob. Každý, kdo má k dispozici auto, může v zemi se slušnou dálniční sítí urazit více než 1000 km během pouhého jednoho dne (v Evropě se tak dají projet čtyři země). Do každého města s ranvejí dost dlouhou na přistání velkého proudového letadla se dnes dá z kteréhokoliv jiného města na Zemi doletět během necelých dvaceti hodin. Výlety na Bali nebo Mauritius nejsou o nic exotičtější než cesty do Birminghamu nebo Mnichova. Kapalná paliva dala vzniknout nové krajině betonových a asfaltových dálnic, nadjezdů, parkovišť, nákupních megacenter a donekonečna se rozpínající městské výstavby.

Soukromé vlastnictví automobilu zároveň poskytuje nebývalé možnosti výběru. Usnadňuje nákup importovaných potravin v obchodě na opačném konci města, umožňuje na poslední chvíli vyrazit do restaurace, na koncert nebo fotbalový zápas. Díky automobilům můžeme žít daleko od svého pracoviště, nezávisle si plánovat cesty na dovolenou, trávit volný čas daleko do domova na rybách nebo v garáži instalací monstrózních motorů a kol či puntičkářskou rekonstrukcí automobilového veterána.

Tekutá paliva nám prostřednictvím kombinace rychlých lodí a mohutných osmnáctikolových tahačů umožňují dopřávat si v lednu chilské meruňky a jihoafrické hrozny a celoročně česnek a zázvor z Číny a Filipín. Pomohla nám rovněž racionalizovat produktivní procesy od zemědělské výroby po maloobchod, změny zahrnující takové pozoruhodné organizační výkony, jako jsou dodávky zboží přesně na čas (díky nimž mohou velké montážní závody fungovat bez udržování nákladných zásob dílů), i takové rozsáhlé makroekonomické transformace, jakou je zběsilá globalizace výroby, kde už se snad úplně všechno vyrábí napříč dvanácti časovými pásmy.

Moderní život v současnosti začíná i končí uprostřed spousty plastů, jejichž syntéza začala surovinami odvozenými z ropy – nemocnice jimi totiž přímo překypují. Chirurgické rukavice, hadičky, katétry, infuzní nádoby, sterilní obaly, tácy, umyvadla, ložní mísy i madla a zábradlí, termodeky a laboratorní vybavení – tohle všechno si pochopitelně neuvědomujeme, když jsme na světě pár hodin či několik dnů, ale většina z nás se s tím až nepříjemně bolestně seznámí o nějakých šest, sedm nebo osm desetiletí později. A to jsem se v tomto výčtu omezil jen na nejběžnější nemocniční vybavení vyrobené z polyvinylchloridu;

nesčetné další díly a předměty vyrobené z obrovské škály plastů se objevují v našich automobilech, letadlech, vlacích, domovech, kancelářích a továrnách.

Nový svět, který stojí a padá s ropou, však není jen plný hotových zázraků, okouzlující a plný nebývalých příležitostí. Je to zároveň svět pochybných obchodů, špinavých mocenských her, nekonečného násilí, ekonomické nerovnosti a destrukce životního prostředí. Vysoké sázky, o něž se v ropném byznysu hraje, už od samého počátku provokovaly k nekalým praktikám (vzpomeňme například Standard Oil J. D. Rockefellera nebo Jukos Michaila Chodorkovského) a plodily mnohé pochybné aliance (ať už USA se Saúdskou Arábií, nebo Číny se Súdánem). Vlastnictví ropy a bohatství, jež z něj plyne, jsou zdrojem moci diktátorů (od Muammara Kaddáfího po Saddáma Husajna), opovážlivosti samovládců (mezi nimiž jsou Vladimir Putin a Hugo Chávez jen nejkřiklavějšími příklady z poslední doby) a financí teroristů (včetně mnohých vražedných aktivit al-Káidy). Podněcují masivní korupci (ať už v Nigérii, nebo Indonésii), podporují okázale přehnanou spotřebu (v níž vedou zástupy saúdských velmožů i noví ruští oligarchové), plodí obrovskou nerovnost příjmů a nic dobrého neznamenají pro svobodu jednotlivce ani pro postavení žen.

Mnoho (snad až příliš mnoho) knih o ropě se věnuje těmto ekonomickým, sociálním a politickým vazbám. Nejprve se na ropu stručně zaměřím právě v tomto kontextu a teprve pak se budu věnovat nespočetným každodenním úkolům souvisejícím s objevováním, produkcí, přepravou, rafinací a prodejem požadovaného objemu ropy, který dnes představuje 4 miliardy tun ročně. Tyto činnosti, jakmile pronikneme do jejich tajů a rozsahu, nejsou o nic méně

fascinující než svět politických tahanic o ropu, a pouze díky jejich nezměrné důmyslnosti se surová ropa stala nejvýznamnějším zdrojem primární energie v našem světě.

1

Přínosy ropy a její stinné stránky

Nejrozšířenější energie a s nimi spojené hnací stroje zanechaly ve společnosti hlubokou a specifickou stopu. V éře dominance dřeva lidstvo spoléhalo na paliva z biomasy s nízkou energetickou hodnotou. Tato paliva nebyla vždy skutečně obnovitelná, protože poptávka po otopu a tavbě kovů vedla často k rozsáhlému odlesňování a nadměrnému využívání posklizňových zbytků. Drobné mechanické hnací stroje poháněné vodou a větrem hrály jen okrajovou roli, protože energii pro většinu prací poskytovaly svaly lidí a zvířat. Následujícímu období dominovalo uhlí jakožto palivo s energetickou hustotou vyšší než dřevo. Bylo dostupné ve vysoké koncentraci a v ohromném množství v poměrně malém počtu dolů a mohlo ekonomicky zásobovat energií parní stroje. To byly první cenově dostupné mechanické hnací stroje, které nejenže nahradily mnohé stacionární úkony zajišťované do té doby zvířecí silou, ale díky nim se staly ekonomicky dostupnou realitou dávné sny o rychlém cestování po souši i přes oceán.

Ještě významnější kvalitativní posun v moderní spotřebě energie představovalo zavedení a rozšíření rafinovaných ropných produktů. Nová paliva překonávala uhlí v mnoha ohledech; měla vyšší tepelný obsah, jejich produkce byla snazší a bezpečnější, jejich spalování čistší a pohodlnější, a navíc poskytovala nebývalou flexibilitu finálního využití.

Surová ropa (přesněji řečeno škála rafinovaných ropných produktů) změnila samotné tempo moderního života. Umožnila zavádění účinnějších hnacích strojů, a tím i zvýšení produktivity moderních ekonomik, čímž urychlila a prohloubila proces hospodářské globalizace. Její těžbou a prodejem došlo k zásadním změnám v ekonomické úrovni mnoha zemí a napomohla také ke zlepšení některých aspektů kvality životního prostředí. Zároveň nesmírně přispěla k privátnímu i veřejnému komfortu. Nominální cena těchto přínosů – náklady na hledání ložisek surové ropy, její těžby, rafinace a uvádění produktů na trh – byla zatím překvapivě nízká.

Historie ropného byznysu a cen surové ropy pro spotřebitele je bohatě zdokumentována i statisticky zpracována a proto jen stručně shrnu některé významné události, změny a trendy. Ceny, které státy a firmy platí za import surové ropy, a ceny, jež platí spotřebitelé při nákupu rafinovaných ropných produktů (přímo v podobě automobilových paliv a maziv, nepřímo v podobě paliv pro veřejnou i nákladní dopravu a pro energii skrytou v produkci prakticky čehokoliv, co se dnes prodává), nic moc nevypovídají o nákladech na vyhledávání zdrojů a na produkci ropy a samozřejmě se nesmírně liší od reálných cen, které moderní společnost za ropu platí z hlediska (jak to ekonomové cudně nazývají) vedlejších ekonomických účinků těžby, přepravy, zpracování a spalování i zajišťování bezpečnosti dodávek.

Proto v závěrečné části této kapitoly popíšu některé širší náklady, které se za výhodami ropy skrývají – environmentální důsledky energetické závislosti moderních ekonomik na tekutých palivech od znečistění moří ropou po fotochemický smog a růst objemu skleníkových plynů, k němuž značnou měrou přispívá spalování rafinovaných produktů; ekonomické, politické a sociální dopady vlastnictví bohatých ropných zdrojů a velmi častého špatného hospodaření s nimi na jedné straně a nutnosti nakupovat je za mnohdy vyděračské ceny na straně druhé; politické, vojenské a strategické plány, kalkuly a rozhodnutí, jejichž cílem má být zabezpečení trvalého přísunu surové ropy z hlavních oblastí produkce, a širší odrazy těchto aktivit.

Čeho jsme díky ropě dosáhli

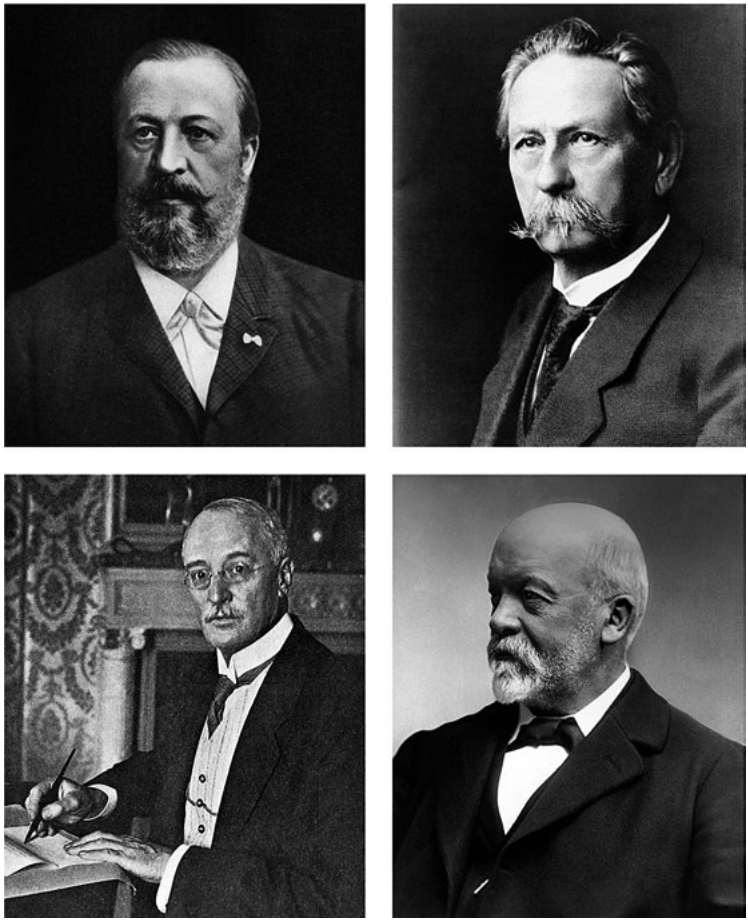
Počátky ropné éry nebyly nijak převratné – začaly jedním produktem omezeným na jediný významný trh, když se petrolej rafinovaný ze surové ropy stal na sklonku šedesátých let a naplno pak v sedmdesátých letech 19. století hlavním zdrojem osvětlení. Nešlo však o jediný zdroj světla, protože v městských aglomeracích si razil cestu také svítiplyn, vyráběný z uhlí. Petrolej i svítiplyn pak záhy nahradila elektřina. V prvních desetiletích rozvoje ropného průmyslu neexistovalo širší využití pro nejlehčí ani nejtěžší kapalné frakce surové ropy. Benzin byl nežádoucím vedlejším produktem rafinace petroleje, příliš těkavým a příliš hořlavým, než aby se dal využít k osvětlení nebo vytápění domácností, a neexistovaly ani vhodné nízkokapacitní kotle, jež by dokázaly spalovat těžký olej pro

vytápění. Alespoň maziva odvozená z ropy tak nabízela levnější a kvalitnější alternativu přírodních olejů a vosků.

Teprve díky vynálezu spalovacích motorů (benzinových v průběhu osmdesátých let 19. století a dieselového v průběhu let devadesátých) získaly lehčí frakce ropy potencionálně na hodnotě, nepostradatelnými se však staly až o dvě desetiletí poději, a to ještě jen v Severní Americe s rozšířením vlastnictví automobilů a nákladní automobilové dopravy (jinde ve světě začal přechod z železniční k silniční dopravě a rozvoj vlastnictví aut až po druhé světové válce). Necelá dvě desetiletí po prvních motorových vozidlech se začaly benzinové pístové motory používat v letadlech a v horizontu pouhé jedné generace po tomto zásadním průlomu se po druhé světové válce začala rozvíjet komerční letecká přeprava. V průběhu padesátých let 20. století pak v tomto novém byznysu došlo k pravé revoluci se zavedením vynikajícího spalovacího motoru, jímž byla plynová turbína.

Rafinovaná paliva pohánějící mohutné dieselové motory rovněž změnila nákladní i osobní lodní dopravu. Tento čistší, levnější, rychlejší, výkonnější a spolehlivější pohon začaly využívat všechny lodě poháněné do té doby uhlím od říčních bárek po zaoceánské kolosy a od rybářských plavidel po ohromné kontejnerové lodě (jejichž zavedení učinilo námořní přepravu klíčovým nástrojem globalizace). Malé závěsné benzinové motory začaly pohánět motorové čluny a umožnily tak vznik nové volnočasové aktivity. Dieselové motory posloužily i nákladním a osobním vlakům, stejně jako četným terénním a stavebním vozidlům a strojům.

Rafinované ropné produkty se tedy nejvýrazněji podepsaly na dopravě a já uvedu klíčové technické milníky těchto



1 | Otcové automobilového věku (ve směru otáčení hodinových ručiček): Nicolaus Otto, Karl Benz, Gottlieb Daimler a Rudolf Diesel

pokroků a popíšu současné palivové nároky těchto aktivit. Automobil je evropský vynález a jeho počátky se datují rokem 1876, kdy Nicolaus Otto (obr. 1) zkonstruoval první čtyřtaktní motor na svítiplyn. První lehký vysokorychlostní