

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Ekonomické srovnání spalovacích motorů s alternativními způsoby pohonů

Adam Bartuněk

Bakalářská práce
2022

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam Bartuněk**
Osobní číslo: **D19050**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Téma práce: **Ekonomické srovnání spalovacích motorů s alternativními způsoby pohonů**
Zadávatel katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Způsoby pohonů silničních osobních vozidel
2. Analýza ekonomické náročnosti jednotlivých druhů pohonů
3. Zhodnocení provedené analýzy

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jindřich Ježek, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **29. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2022**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. dubna 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem Ekonomické srovnání spalovacích motorů s alternativními způsoby pohonů jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10. 5. 2022

Adam Bartuněk v. r

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Jindřichu Ježkovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá problematikou ekonomické náročnosti spalovacích motorů a alternativních způsobů pohonů. Práce analyzuje možné způsoby pohonů v současné době. Text zároveň hodnotí výhodnost jednotlivých způsobů pohonů.

KLÍČOVÁ SLOVA

spalovací motory, alternativní pohon, pohonné hmoty, elektrický pohon, hybridní pohon, ceny pohonných hmot

TITLE

Economic comparison of internal combustion engines with alternative means of propulsion

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with the issue of economic efficiency of internal combustion engines and alternative propulsion methods. The thesis analyses possible methods of propulsion at present. The text also evaluates the advantages of different means of propulsion.

KEYWORDS

internal combustion engines, alternative means of propulsion, electric drive, hybrid drive, prices of fuel

OBSAH

ÚVOD	9
1 ZPŮSOBY POHONŮ SILNIČNÍCH OSOBNÍCH VOZIDEL.....	10
1.1 Spalovací motory v dopravě.....	11
1.1.1 Historie spalovacích motorů.....	11
1.1.2 Specifikace pohonu na benzín.....	12
1.1.3 Specifikace pohonu na naftu	13
1.2 Alternativní pohony v dopravě.....	14
1.2.1 Historie plyných paliv v dopravě	15
1.2.2 Specifikace provozu na LPG.....	16
1.2.3 Specifikace provozu na CNG.....	17
1.2.4 Historie elektromobilů.....	18
1.2.5 Specifikace elektromobilu.....	19
1.2.6 Hybridní pohon	20
1.2.7 Historie palivových článků v dopravě.....	21
1.2.8 Specifikace pohonu na vodík	22
1.2.9 Alkoholy – metanol, etanol	22
2 ANALÝZA EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ POHONŮ.....	24
2.1 Pořizovací cena vozu.....	24
2.2 Silniční daň.....	24
2.2.1 Základ daně	25
2.2.2 Sazby daně.....	25
2.2.3 Osvobození od daně	26
2.3 Dálniční známky	26
2.3.1 Druhy a ceny známek.....	27
2.3.2 Osvobození od dálniční známky	28
2.3.3 Kontrola a pokuty.....	28
2.4 Pojištění vozidla	29
2.4.1 Pojištění odpovědnosti z provozu motorového vozidla	29
2.4.2 Havarijní pojištění	30
2.5 Administrativní poplatky.....	31
2.5.1 Registr vozidel.....	31
2.5.2 STK	33

2.5.3	Emisní kontroly	35
2.6	Pohonné hmoty, elektřina, zemní plyn	35
2.6.1	Benzín	35
2.6.2	Nafta	36
2.6.3	Elektřina	37
2.6.4	LPG	41
2.6.5	CNG	42
3	ZHODNOCENÍ PROVEDENÉ ANALÝZY	43
3.1	Úvod porovnání	43
3.2	Vývoj Škody Octavia, Enyaq iV	43
3.3	Porovnání nákladů z ekonomického hlediska	46
	ZÁVĚR	51
	POUŽITÁ LITERATURA	52
	SEZNAM TABULEK	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM ZKRATEK	61
	SEZNAM PŘÍLOH	63

ÚVOD

Na celém světě je několik stovek miliónu osobních automobilů. A právě automobil je jeden z největších vynálezů lidstva. Automobilový průmysl má velký dopad na vnímání moderní společnosti. Samozřejmě existují i jiné alternativy, jak cestovat, či vozit zboží. Každopádně nejvíce lidí cestuje právě pomocí silničních osobních vozidel. Málokdo by mohl říct, že automobily nejsou pro lidstvo přínosem, ale s rostoucím počtem aut se spalovacím motorem přichází i negativní dopady na životní prostředí a tím na celou Zemi. Tyto automobily produkují oxid uhličitý a škodlivé emise. Postupným vývojem a zdokonalováním motorů se sice výfukové plyny redukují, ale přesto silniční provoz životní prostředí nemalou mírou zatěžuje. Další negativní stránkou provozu aut se spalovacími motory je vyčerpávání zásob fosilních paliv, a to především ropy.

Snaha využívat jiné pohonné hmoty než benzín a naftu je spojena již s počátkem automobilismu. V dobách hospodářské krize se těšily zájmu různá plynová paliva (metan, svítiplyn, dřevoplyn...), která byla levnější a dostupnější. Nicméně výkonnost vozidel byla důvodem, proč v poválečné době alternativní plynová paliva ustoupila do pozadí, Tehdy tekutá fosilní paliva byla opět dostupná i pro civilní obyvatelstvo.

Z důvodu ekologie jsou alternativní pohony v posledních desetiletí minulého století a v tomto století na výsluní. Z celospolečenského hlediska je jistě chvályhodný aspekt ochrany životního prostředí, ale pro spotřebitele, ale i pro výrobce je nejdůležitější cena výrobku a provozní náklady. Obecně se ví, že výroba vozidla s alternativním pohonem je dražší, tuto nevýhodu by měly vyvažovat nižší provozní náklady. Ekonomika provozu vozidel s alternativním pohonem se bude jistě měnit v souvislosti s novějšími technologiemi a se zvyšováním objemu výroby. Se zpřísněním legislativy jak v Evropské unii, tak v USA nemůže žádný výrobce automobilů toto téma ignorovat. Dle mého názoru vývoj ukazuje, že spotřebitelé budou postupně přecházet na alternativní pohony i díky jejich finanční podpoře a postupným znevýhodňováním konvenčních pohonů. Alternativní pohony dnes mají pro spotřebitele z ekonomického hlediska v různých zemích výhody, jako je třeba nulové mýtné, zvýhodnění přístupu do měst s nízkoemisními zónami nebo daňové zatížení. Do budoucna je velmi pravděpodobné i upřednostňování dopravců při zadávání veřejných zakázek.

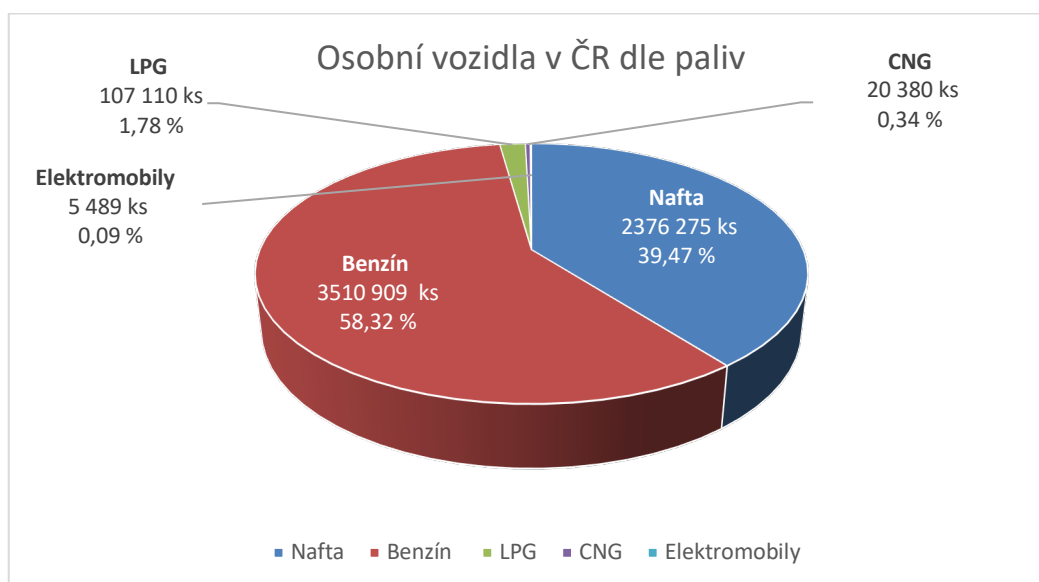
Cílem práce je analýza ekonomické náročnosti jednotlivých druhů pohonů u osobních automobilů a její zhodnocení.

1 ZPŮSOBY POHONŮ SILNIČNÍCH OSOBNÍCH VOZIDEL

Dle Vlka (2004) a Matějovského (2005) se v současnosti na světě v automobilovém průmyslu využívá více způsobů pohonu. Nejvíce využívaný pohon je stále spalovací motor – tedy automobilový benzín a motorová nafta. Dále Vlk (2004) a Matějovský (2005) uvádí, že k dalším způsobům pohonu patří alternativní paliva:

- Zkapalněné ropné plyny – LPG (propan – butanové směsi).
- Zemní plyn – stlačený (CNG) nebo zkapalněný (LNG).
- Elektrický proud.
- Vodík – palivové články.
- Alkoholy – metanol, etanol (lív).
- Bioplyn.
- Bionafta a paliva na základě metylesteru a řepkového oleje.

Také se využívá kombinace benzínového nebo naftového motoru s elektromotorem. V takovém případě se jedná o hybridní automobil. Mezi hlavní výhody hybridu patří to, že spotřebovává méně paliva a vypouští tím méně oxidu uhličitého, než vozidla jen s benzínovým nebo naftovým motorem. Tím získávají majitelé hybridu určité výhody, například snížení, či dokonce odpuštění některých poplatků, vjezd do centrálních částí měst.



Obrázek 1 Osobní vozidla v ČR dle paliv (Vaculík, 2020a)

Jak uvádí Vaculík (2020a, s.7) v časopise Svět motorů: „V ČR je dle aktuálního údaje Ministerstva dopravy registrováno 6 020 163 osobních vozidel. Nadpoloviční většina z nich (58,32 %) je benzín, necelých 40 procent má nafta. Osobních aut na LPG je pouhých 107 110, tedy 1,78 procenta. Stále víc než na CNG, které se zatím na českém vozovém parku podílí jen 0,34 procenty. Všechny alternativy dohromady tvoří v ČR jen 2,2 procenta osobních aut.“ Tyto údaje jsou graficky znázorněny v obrázku 1.

1.1 Spalovací motory v dopravě

Nejvyšší procento pohonů v automobilové dopravě představují spalovací motory. Vývoj ukázal, že optimálním palivem pro spalovací motory je nafta a benzín. V případě nafty se jedná o motor vznětový. U benzínu se hovoří o zážehovém motoru. Společenský tlak i zákonné normy naznačují, že výroba vozidel se spalovacími motory bude postupně nahrazována automobily s alternativním pohonem.

1.1.1 Historie spalovacích motorů

Za vynálezce spalovacího motoru je považován Karl Benz. Pravda je ovšem taková, že je jen další z řady konstruktérů, kteří přispěli do automobilismu a automobilového průmyslu. Už v roce 1769 vytvořil Francouz Nicolas Joseph Cugnot první automobil. Jeho vozidlo se sice pohybovalo na páru, ale jednalo se o první vůz, který se pohyboval bez lidské a zvířecí pomoci.

V roce 1870 německý konstruktér Siegfried Marcus vynalezl ve Vídni první vozidlo, které spalovalo v motoru benzín. Způsob startování, kdy se vozidlo muselo nazdvihnout a poté se musela roztočit řídící kola, která byla ve vzduchu, byl složitý. Proto se jeho vynález neuchytil. Benzův slavný výtvar byl představen v roce 1885. Jednalo se o tříkolku s benzínovým spalovacím motorem. Je zobrazena na obrázku 2. O rok později na ni dostal patent. V roce 1888 začala její výroba a s tím i start komerčního prodeje. To znamenalo počátek automobilového průmyslu.

Jak uvádí web TipCars (2015), roku 1891 sestavil Karl Benz první vůz se čtyřmi koly a tím byla zahájena první etapa automobilky Mercedes Benz, kterou známe dnes. Ve stejném roce začal vyrábět Benzovy vozy i Emil Roger pod Benzovou licenci. Gottlieb Daimler a Wilhelm Maybach byli další úspěšní konstruktéři. Jako první sestavili vůz s čtyřválcovým čtyřdobým motorem spalující benzín. Následně začali vyrábět vozy se spalovacími motory i další výrobci. Mezi ně patří i kopřivnická Tatra. Ve Francii to byl Panhard et Levassor a

následně Peugeot s Renaultem. Prvním výrobcem ve spojených státech byla v roce 1893 společnost Duryea Motor Wagon.

Podle webu TipCars (2015) až po roce 1900 se dá mluvit o hromadné výrobě. Roku 1903 bylo ve Francii vyrobeno 30 tisíc automobilů, což představovalo téměř polovinu všech automobilů na světě. Tento úspěch naznačoval velkou budoucnost spalovacích motorů.

Historie vznětových motorů, tedy motorů, které ke svému vznícení používají naftu je spojována hlavně se jménem Rudolf Diesel. Web TipCars (2015) uvádí, že Rudolf Diesel patřil až mezi ty druhé. Jeho předchůdce Angličan Herberd Akroyd Stuart už totiž v roce 1885 postavil motor, který spaloval petrolej, ten měl podobné složení jako dnešní nafta. Petrolej ale měl špatný vliv na karburátory, proto Stuart vymyslel systém vstříkovaní. Poté ale s vývojem svého motoru skončil a na jeho práci navázal Rudolf Diesel. V letech 1892 sestrojil svůj první motor, jehož principy stále zdokonaloval. Diesel získal několik patentů, a to nejen doma, ale i v Británii a USA. Roku 1896 představil motor, jehož účinnost byla až 25 %. Což byl velký rozdíl oproti parním motorům, které měly účinnost 10 %. Proto není divu, že Diesellovo jméno je se vznětovými motory tolik spojováno.

Dieselové motory se výrazně začaly používat až ve 30. letech 20. století. Tento typ motorů se hlavně používal u nákladních vozů a autobusů. Nacházely se zde ale i anomálie, například osobní vůz Citroen Rosalie z roku 1933 měl tento motor také. Poprvé se ale zážehové motory v osobních automobilech začaly používat v USA. Jednalo se o motory Cummins. Ty se montovaly hlavně do velkých limuzín. V Evropě se také začala vyrábět některá osobní auta s dieselovými motory. Důkazem je Mercedes Benz, který začal podporovat tyto motory.

Podle TipCars (2015) větší rozmach dieselových osobních aut se začal objevovat až od 60. let. Postupně se k Mercedesům přidaly také některé vozy značky Peugeot, Fiat, Volkswagen a Alfa Romeo.

1.1.2 Specifikace pohonu na benzín

Zážehový motor je vlastně spalovací motor, který pracuje se směsí paliva a vzduchu. Zážehový motor se dělá ve dvou variantách – dvoudobý zážehový motor a čtyřdobý zážehový motor. Ovšem pro pohon automobilů se využívají právě čtyřdobé motory. Jak už název napovídá, motor má čtyři pracovní fáze:

1. Fáze (sání) – zde dochází k nasátí směsi benzínu se vzduchem v daném poměru.

2. Fáze (komprese) – píst tlačí směrem dolů směs, dochází ke vzniku tlaku. Směs se zahřeje a jakmile dojde k maximálnímu stlačení směsi, přeskočí jiskra, která zapálí směs.
3. Fáze (expanze) – zapálená směs vybuchne, vznikne tlak, který tlačí píst směrem nahoru. Tím vzniká pohyb.
4. Fáze (výfuk) – dochází k výfuku zplodin.

Nejčastějším typem pohonných hmot je u zážehových motorů benzín. Motor se dá ale přestavit a poté je možno jezdit i na zemní plyn, propan – butan, alkohol a jiná paliva. (Král motorů, 2016)

V České republice je podle Bartáka (2021) většina řidičů, kteří vlastní vůz se zážehovým motorem a jsou stále věrní klasice, proto tankují do svých aut hlavně Natural 95. Ten má v sobě do 5 % biosložek. Proto má označení E5. V Evropě se nabídka benzínu postupně rozšiřuje. Novějším typem je benzín se značkou E10. Jsou dva typy benzínu E10. Jeden v sobě obsahuje biolih a druhý složku ETBE. V ČR zatím stále není povinné nabízet palivo E10. Ovšem některé čerpací stanice ho už nabízejí pod názvem Verva 100 (bez etanolu).

Dle názoru Bartáka (2021) by pro většinu řidičů neměl být žádný problém tankovat novější verzi benzínu, zvláště pokud mají automobil z roku 2005 a novější. Vozidla vyrobená v roce 2005 a později, která splňují normu EURO 4, jsou homologována pro tankování benzínu E10.

Barták (2021) dále zmiňuje průměrné stáří vozového parku v ČR, které je 15 let. Objevují se u nás i vozy, které jsou staršího ročníku, než 2005. Tito řidiči by novější verzi benzínu vyhledávat neměli. Používáním benzínu E10 s biolihem vystavují svůj automobil nebezpečí. Benzín E10 s biolihem není vhodný pro hadičky vedoucí palivo ve vozidle a ty by mohly začít téct. Při porovnání cen benzínu E5 a E10 by neměl být markantní rozdíl.

1.1.3 Specifikace pohonu na naftu

Nafta se využívá u vznětového motoru. Jedná se také o spalovací motor, ale funguje na trochu jiném principu než zážehový. U vznětového motoru totiž není svíčka, která by zapálila směs. V tomto případě zde dojde k samovznícení směsi. Vznětový motor se také dělá ve dvou variantách, opět se u automobilů využívá čtyřdobý vznětový motor. Fáze jsou hodně podobné, jako u zážehového motoru. Web Král motorů (2016) popisuje tyto 4 fáze:

1. Fáze (sání) – čistý a filtrovaný vzduch je nasáván.

2. Fáze (komprese) – nasátý vzduch je stlačován pístem, vzniká zde velký tlak a vzduch se zahřeje. Jakmile dojde píst k dolní úvrati, dojde ke vstříknutí nafty a ta se společně se vzduchem vznítí.
3. Fáze (expanze) – vznícení vyvine tlak na píst a ten se posouvá směrem k horní úvrati. Tím dochází k pohybu.
4. Fáze (výfuk) – dochází k výfuku zplodin.

Vznětové motory pracují s vyšším kompresním tlakem než zážehové.

Spalovací motory obsahují také filtr pevných částic, který se značí DPF. Jedná se o filtr, který eliminuje prachové částice z výfukových plynů. Zamezuje tak škodlivým látkám, aby se dostávaly do ovzduší. Dle Mihálíka (2018) se v minulosti jednalo o automobily se vznětovými motory, a to od doby, kdy se zavedla emisní norma EURO 5. Postupem doby lze DPF najít i v některých benzínových motorech, a to s příchodem EURO 6. Pokud DPF filtr plní funkci, je přínosný pro životní prostředí. Pokud je filtr nefunkční, jeli zanešený nebo poškozený, představuje problém pro majitele. Ceny oprav či dokonce výměna za nový kus šplhá do řádů několika tisíců.

Macurová (2021) podává informaci, bez čeho se novodobé vozy na naftu neobejdou. To je AdBlue, která je s příchodem EURO 6 u aut na naftu povinná. AdBlue je nehořlavá chemikálie, kterou tvoří voda a močovina. Její úkol je snížit množství oxidu dusíku ve výfukových plynech a tím automobil vyprodukuje nižší emise.

AdBlue není žádná novinka, jak poukazuje Macurová (2021). Už dlouho se používá u nákladních vozidel a kamionů. Díky normám se AdBlue dostala i do osobních automobilů. Využívá se v systému selektivní katalytické redukce. Prvně projdou plyny filtrem pevných částic a poté dochází ke vstříku AdBlue do výfukového potrubí před katalyzátor selektivní katalytické redukce. Kvůli tomuto procesu vychází z výfuku o dost menší emise. U osobního automobilu vydrží AdBlue dlouhou dobu. Spotřeba je 0,8 až 1,2 na 1000 kilometrů. Močovina má ve vozidle samostatnou nádrž.

1.2 Alternativní pohony v dopravě

Podle Hromádka (2012) agentura European Environment uvádí ve zprávě z roku 2010, že ve většině odvětví produkce oxidu uhličitého klesla nebo stagnovala, kromě dopravy. Ta zaznamenala v letech 1990 až 2007 nárůst produkce CO₂ o 28 %. Doprava podle něho patří mezi odvětví, které představuje z hlediska nárůstu CO₂ na planetě velký problém.

Hromádka (2012) dále uvádí, že produkce škodlivých emisí je jedním z hlavních důvodů zavádění alternativních pohonů v dopravě.

1.2.1 Historie plyných paliv v dopravě

V historii se dle Hromádka (2012) používalo jako palivo několik druhů hořlavých plynů. Mezi ty nejdůležitější patřil hlavně svítiplyn a zemní plyn, dále lze zmínit metan, dřevoplyn, kalový plyn, generátorový plyn, acetylén a vysokopecní plyn.

Hromádka (2012) uvádí, že roku 1786 vynálezce z Francie Philippe Lebon požádal jako první o patent na motor, který byl poháněný právě již zmíněným svítiplynem. Roku 1807 dostal patent na vůz poháněný výbušným motorem Švýcar Issac de Rivaz. Vůz je zobrazen na obrázku číslo 2. Jeho motor byl vybaven válcem, ve kterém se za pomoci elektřiny zapalovala směs svítiplynu a vzduchu. Píst byl tlačěn výbuchem nahoru a poté byl tlakem vzduchu tlačěn dolů. Jakmile dostal patent, tak v dalším vývoji nepokračoval.



Obrázek 2 Vůz poháněn výbušným motorem (Hromádka, 2012)

Podle Hromádka (2012) milníku dosáhl až Jean Joseph Etienne Lenoir. Své vynálezy měl dost propracované, a tak se daly i prakticky využít. V roce 1859 získal patent na motor poháněný svítiplynem. Roku 1863 podnikl cestu v Paříži, jež měřila 18 km. Vůz jel rychlosti 6 km/h. Motor poháněný na plyn byl v průběhu dalších let zdokonalován více a více vynálezci. V roce 1864 byla založena první továrna na plynové motory na světě v Kolíně.

Vynálezce N. A. Otto, který se podílel na založení továrny se snažil dále vylepšovat motor. Od roku 1872 začala továrna vyrábět sériově jednoválcový motor. Motor měl až 3 koňské síly, záleželo zde na velikosti motoru. Byl to první pohon, jež spaloval zemní plyn místo svítiplynu.

Jak Hromádka (2012) uvádí, na konci 19. století se zdálo, že pohony na plyn zastaví kapalně hmoty – benzín a nafta. Ovšem v první polovině 20. století se pomalu začal plyn do aut vracet. Postaral se o to nedostatek kapalných pohonných kvůli první a druhé světové válce. Hodně států mělo velké zásoby uhlí, tak začaly používat svítiplyn.

Například Angličané dávali na auta gumové balóny naplněné svítiplynem. Zjistilo se, že plyn pro pohon motorových vozidel není vůbec špatný. Měl dobré vlastnosti. Vozy startovaly lépe i v chladnějším počasí. Dalším faktem bylo, že provoz byl mnohem levnější než pohon na kapalně hmoty. Nevýhodou byl ale malý dojezd nestlačeného svítiplynu. Počátky stlačeného svítiplynu se datují do roku 1930. Vyráběly se kompresní tankovací stanice, natlakované láhve. Vozidla na stlačený svítiplyn se využívala čím dál tím víc.

Dále se Hromádka (2012) zabývá problematikou svítiplynu. Paralelně s postupným využíváním svítiplynu se pracovalo i na využití jiných plynů. Jednalo se o kalový plyn a metan. Na zkapalněné plyny se začalo jezdit v půlce 30. let minulého století. Zkapalněný plyn byl vedlejším produktem při výrobě benzínu z uhlí.

Podle Hromádka (2012) Itálie začala jako první využívat stlačený zemní plyn. V druhé světové válce se na pohon automobilů začal používat také dřevoplyn. Po válce se výrobci automobilů vrátili k naftě a benzínu. A od 90. let se zejména z ekonomických důvodů plynná paliva opět dostávala více na trh.

1.2.2 Specifikace provozu na LPG

Březinová (2019) definuje LPG jako zkapalněný ropný plyn. Jedná se o jedno z alternativních paliv.auta na LPG totiž produkují méně emisí oxidu uhličitého než vozidla s benzínovým a naftovým pohonem. Navíc nevytváří tuhé emise jako jsou saze, prach, oxidy síry, atd.

Podle Russové (2021) LPG je plyn, který je těžší než vzduch. To znamená, že při jeho úniku plyn zůstává u země a nedochází k samovolnému odvětrávání. Plyn se koncentruje na jednom místě a je problém ho vyvětrat. Což za určitých okolností zvyšuje riziko výbuchu. Z tohoto důvodu se šíří ve společnosti, že auta s pohonem na LPG do podzemních garáží

nesmějí. To už je ale minulostí. Vozy na LPG od roku 2015 do technicky upravených podzemních garáží mohou.

Russová (2021) informuje, že důvodem je vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Navzdory této vyhlášce je stejně u většiny garáží umístěn zákaz vjezdu vozidlům s pohonem na LPG. Tato skutečnost se děje kvůli tomu, že majitelé garáží či developeri chtějí ušetřit peníze při stavbě garáží. Nechce se jim utrácet za technické vybavení, která by měla podzemní garáž mít, aby do ní mohla auta s pohonem na plyn povolený vjezd. Většinou to řeší tím nejlevnějším způsobem, který spočívá v tom, že umístí před vjezd zákazovou značku.

Jak uvádí Březinová (2019), některá auta, která jezdí v ČR mají pohon na LPG zřízený už z výroby. Tři auta ze čtyř jsou na tento plynový pohon přestavěny dodatečně. Cena přestavby na LPG začíná na 20 tisících korun. Cena se liší podle toho, kolik má vůz válců a podle použitého plynového systému. Spotřeba automobilu s provozem na LPG je o 10-20 % vyšší než spotřeba u benzínu. Přesto LPG náklady jízdy na 1 km jsou zhruba poloviční. V úvahu se musí brát aktuální cena zkapalněného ropného plynu a benzínu.

Ve svém článku ze Světa motorů Vaculík (2020) informuje o spotřebě LPG na českém trhu. Od roku 2010 spotřeba LPG mírně klesala. Mohly za to hlavně 3 důvody. První byl ten, že na trhu nebylo žádné tovární auto s LPG. Druhým důvodem bylo to, že většina automobilek dodávala na trh přeplňované benzínové motory s přímým vstřikováním, u kterých se přestavba na LPG provádí trochu složitěji. A v neposlední řadě česká vláda neřadila vozy s LPG za přímé alternativy k běžným spalovacím motorům.

Vše je ale již minulostí. Některé automobilky přešly zpátky k atmosférickým motorům, které jsou lepší na přestavbu. Důvodem je podle Vaculíka (2020) vyrábění více továrních vozů na LPG. V národním plánu čisté mobility vláda zařadila opět LPG mezi alternativní paliva. Spotřeba LPG kvůli pandemii koronaviru klesla, jako spotřeba všech paliv. Ovšem se očekává zase postupný nárůst na trhu.

1.2.3 Specifikace provozu na CNG

Alternativním provozem na LPG je CNG. Jde o zemní plyn, který je složen především z metanu. Zemnímu plynu možná bude patřit budoucnost. Jedná se totiž o levné palivo s vysokým oktanovým číslem, které nemá problém s emisními limity. Zemní plyn jde využívat jako motorové palivo v benzínových motorech. K tomu je ovšem nutná přestavba. Aby se mohl

využívat zemní plyn ve vozech, je nutný speciální zásobník plynu a vstřikovací systém. Samozřejmě každé vozidlo na CNG se nemusí upravovat. Některé už jsou tomuto plynu uzpůsobené z továrny

Dle Vlka (2004) jde zemní plyn využívat ve dvou variantách. První je ve formě stlačeného plynu – CNG, který je v nádrži stlačen pod tlakem 200 barů. Druhá je ve formě zkapalněného zemního plynu – LNG, k tomu je ale zapotřebí nízké teploty a to minus 162 °C. Zkapalněním se výchozí objem zemního plynu zmenší zhruba šestsetkrát. První varianta je mnohem preferovanější.

Pokud se má vůz přestavit z benzínu na CNG, je nutné počítat s investicí okolo 60 000 Kč, udává web Auta.CZ (2019). Při najetí většího počtu kilometrů by se investice měla vrátit. CNG soustava vyžaduje pravidelné revize. Dle webu u automobilů, které mají CNG již z výroby se provádí revize každé 2 roky, stejně jako STK. Pokud je soustava na zemní plyn dodatečně namontována, je nutná revize každý rok. Revizi provádí firma, která se zabývá přestavbami na zemní plyn. Cena revize je okolo 500 Kč.

Na severu CNG4you.cz (2020) je uvedeno, že vozidla na CNG mohou běžně parkovat v nadzemních nebo soukromých garážích. V případě podzemních garáží, které jsou určeny pro veřejné užívání, lze s těmito vozy parkovat, pokud dané garáže splňují příslušné technické normy. Mezi tyto normy patří vybavenost detektory, které snímají výskyt zemního plynu. Musí být také vybaveny účinným větráním. Každá taková garáž musí mít označení povolení vjezdu CNG vozidel. U nově vystavených garážích, které mají více než 27 míst ke stání, musí být 10 % vyhrazeno právě pro vozidla na CNG.

Podle Českého plynárenského svazu patří vozidla s pohonem na CNG mezi bezpečnější než benzín, nafta a LPG. Dokonce i hasiči řadí zemní plyn do 4. třídy z hlediska nebezpečnosti. Nafta je řazena do 3. třídy a LPG do 1. třídy, zmiňuje Russová (2021)

1.2.4 Historie elektromobilů

Ve své knize Hromádko (2012) uvádí, že historie elektromobilů sahá do první poloviny 19. století. V roce 1835 profesor Sibrandus Stratingh z Holandska navrhl malý elektromobil, který postavil jeho asistent Christopher Becker. První vozidlo na elektrický pohon překonalo rychlost 100 km/h v roce 1899. Vůz sestavil Belgičan Camill Jenatzyh. Toto auto dosáhlo později rychlosti přes 160 km/h. U nás postavil první elektromobil Ing. František Křížík v roce 1895. Vůz byl poháněn stejnosměrným elektromotorem o výkonu 3,6 kW.

Jak Hromádko (2012) konstatuje v roce 1900 jezdilo v Americe víc elektromobilů než aut se spalovacím motorem. Tento vývoj byl díky již zmiňovanému Fordovi změněn. Jeho zavedení sériové výroby aut se spalovacími motory vytlačilo elektromobily z trhu na dlouho dobu. Zájem o elektromobil byl zvýšen až okolo roku 1965. Důvodem byla ropná krize. V dnešní době jsou auta s elektrickým pohonem zase na vzestupu, a to kvůli produkovaným emisím ze spalovacích motorů.

1.2.5 Specifikace elektromobilu

V publikaci, jejíž autorem je (Vlk, 2004) se udává, že při provozu elektrického pohonu u automobilu se neprodukuje žádné škodlivé emise. Elektromotor má velmi nízkou hladinu hluku. Hlavní nevýhodou je kratší dojezd než u ostatních pohonů a také větší nebezpečí v případě havárie.

Špina (2021) a Dokoupil (2021) se shodují na tom, že důležitou částí elektromobilu je baterie, jejíž kapacita ovlivňuje délku dojezdu a samotný výkon. Životnost baterie je daná počtem nabíjecích a vybíjecích cyklů. Díky vývoji se tento parametr neustále zlepšuje. Záruka od výrobců je většinou stanovená na 8 let nebo 160 000 km. K výměně v rámci garance dojde v případě, když zbývající kapacita baterie je pod úrovní 70 %. K největšímu opotřebení baterií dochází při nabíjení.

Dále shodně upozorňují na cenu baterií. Baterie jsou velmi drahé a tvoří velkou část ceny celého vozu. U baterií se rozlišuje kapacita celková a využitelná. Rozdíl, mezi těmito dvěma pojmy se označuje jako buffer a ten slouží k ochraně baterie před poškozením. Brání totiž tomu, aby se baterie vybil úplně. V průběhu let byly do vozů dávány různé typy baterií. V současné době jsou v trendu lithium-iontové typy baterií. Z hlediska životnosti je také velmi důležitá teplota baterie. Některé automobilky mají baterie chlazené vzduchem a jiné zas chladicí kapalinou.

Jak Špina (2021) poukazuje, klíčovou součástí v autě s elektrickým pohonem je elektromotor. Dochází v něm k přeměně elektrické energie na mechanickou. Možnosti provedení motoru jsou tři. Stejnoseměrný, asynchronní a synchronní motor. První zmiňovaný se v dnešní době do moderních elektromobilů nedává. Používá se ale u vysokozdvíhových vozíků. Automobilky do aut využívají buď asynchronní nebo synchronní motor. Popřípadě jejich kombinace, jak je tomu například u Tesly.

Dle Štukové (2022) v první polovině roku 2022 by měla vláda v České republice uvolnit necelou miliardu korun na nákup elektromobilů pro podnikatele. Jedná se o největší dotační

program. Na dotace by neměly dosáhnout jen firmy, ale i živnostníci. Necelá miliarda korun by měla padnout až na 4550 elektromobilů. Dále má vláda v plánu rozšířit automobily s elektrickým pohonem tím, že vyčlení 300 milionu korun na 1500 nových nabíječek na auta. Tyto kroky mají povzbudit občany k tomu, aby více kupovali automobily s alternativním pohonem. Česko v tom totiž zaostává na rozdíl od příkladného Německa. I když jsou prodeje elektromobilů v ČR na malém čísle, získávají si stále větší pozornost. Důkazem jsou toho některé firmy v tuzemsku, které vyměnily svůj vozový park právě za auta na elektrický pohon.

1.2.6 Hybridní pohon

Pokud se hovoří o elektromobilech, měla by se zmínit i možnost hybridního pohonu vozidel. U elektromobilu se používá jen elektromotor, kterému se vše podřazuje. Jak už točivý moment, výkon, otáčky a také uspořádání určitých částí elektromobilu. Dle webu ŠKODA AUTO a.s. (2018a) se v hybridním voze nachází elektromotor i spalovací motor. Tomu se musí podřídít pracovní teploty, otáčky, průběh výkonu a spoustu dalších věcí. Konstrukce je tedy složitější. Vůz umí jezdit čistě na elektřinu, nebo v módu spalovacího motoru, či dokonce na jejich kombinaci.

Díky bohatší nabídce automobilek rostou i v České republice počty prodaných automobilů na hybridní pohon. Vývoj registrací hybridů v České republice v letech 2018–2021 je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1 Podíl hybridů na registracích v ČR

ROK	Celkem	Hybridy	Podíl hybridů
2021 (1-5)	90 244	8631	10 %
2020	202 971	12 674	6 %
2019	249 915	8346	3 %
2018	261 437	4831	2 %

Zdroj: (Káňa, 2021, s. 8)

Dle Jánského (2019a) se hybridy dají dělit podle uspořádání elektromotoru a spalovacího motoru na paralelní, sériový a kombinovaný.

Další dělení je podle úlohy elektromotoru ve vozidle:

1. Mikro-hybrid – Tento systém má každé auto, které je vybavené funkcí start/stop. Místo startéru se nachází generátor, který kromě startování motoru dokáže i produkovat elektřinu. Ta pohání příslušenství v autě a tím se snižuje spotřeba.

2. Mild-hybrid – Základní funkce je podobná jako u mikro-hybridu, akorát generátor je posílený. Motor tak může zhasnout i při jízdě, když vůz jede ustálenou rychlostí bez přidávání plynu, nebo když dobrzdí uje do křižovatky. To šetří palivo a emise. Tento systém dokáže pomáhat spalovacímu motoru při akceleraci.
3. Hybrid – V tomto systému opět pomáhá elektromotor spalovacímu při akceleraci, v nižších rychlostech může jet jen čistě na elektřinu. Kapacita vystačí pouze na vzdálenost okolo 3 kilometrů. Opět to znatelně sníží spotřebu. Baterie se za jízdy dobíjejí rekuperací.
4. Plug-in hybrid – V podstatě stejný systém jako u hybridu, v tomto případě je elektromotor o dost výkonnější. Baterie má větší kapacitu. Musíme ji už dobít ze zásuvky. Doba nabití je okolo 2 hodin. Vůz tak dojede až 40 km pouze na elektřinu. Tento způsob je dobrý v tom, že do města může vůz dojet na spalovací motor, tam jednoduše přepneme na elektromotor a ve městě jezdíme bez emisí.

1.2.7 Historie palivových článků v dopravě

Návrh prvního palivového článku podle Hromádka (2012) vynalezl britský vědec William Robert Grove roku 1839. Ten přišel na to, že procesem inverzním k elektrolýze vody jde vyrábět elektřinu. Článek měl platinové elektrody umístěné ve skleněných trubičkách. Konec trubiček byl ponořen do nádoby s kyselinou sírovou, což představovalo elektrolyt. Horní část byla vyplněna vodíkem a kyslíkem. Indikátorem elektrického napětí a proudu byla nádoba. Celá tato sestava ale neprodukovala dostatek elektřiny.

Jak uvádí Hromádka (2012, s. 86) ve své knize Speciální spalovací motory a alternativní pohony: „V roce 1889 poprvé použili termín „palivový článek“ Ludwig Mond a Charles Langer, kteří se pokusili vytvořit funkční článek pracující se vzduchem a svítiplynem. Jako jiný zdroj se uvádí William White Jacques, který jako první použil kyselinu fosforečnou jako elektrolyt. Dr. Francis Thomas Bacon vyvinul v roce 1932 pravděpodobně první úspěšné zařízení s palivovým článkem, kyslíko-vodíkový článek používající niklové elektrody, levnější alternativu ke katalyzátorům Monda a Langer. V roce 1952 sestrojil Bacon se spolupracovníky 5 kW systém s palivovým článkem.“

Hromádka (2012) poukazuje na praktické využití palivových článků, které se datuje od 60. let 20. století. NASA využila palivové články jako zdroj elektřiny pro moduly Gemini a Apollo. Od tohoto momentu se více pracovalo na pokroku ve vývoji palivových článků.

1.2.8 Specifikace pohonu na vodík

Dle Dokoupila (2021) je automobil s pohonem na vodík vlastně elektromobil. Liší se tím, že zdrojem energie nejsou baterie, ale palivový článěk. V palivovém článku se mění vodík z nádrže na elektřinu. Elektřina poté pohání elektromotor. Palivový článěk je menší než trakční baterie, lehčí a využívá menší množství vzácných materiálů. Vodík dokáže vyrobit téměř každá vyspělejší země. To přispívá větší energetické nezávislosti.

V časopise Svět motorů Dokoupil (2021, s.7) s. zmiňuje: „*Samotný vodík bývá ve vozech stlačený v nádržích, současné osobní modely využívají provozní tlak 700 barů, nákladní vozy a autobusy 350 barů. Do vozu jej lze tankovat podobně jako třeba CNG a stejně jako u těchto plynů se množství udává v kilogramech. U současných vozů, které udrží kolem 5-6 kg vodíku, zabere celá akce kolem tří minut, tedy stejně jako u benzínu. S plnými nádržemi je vodíkové auto schopné ujet bez problémů 500-600 kilometrů. Tím tedy odpadá další zásadní problém, který spoustě lidí brání v nákupu elektromobilu – dlouhé nabíjecí časy.*“

Podle Dokoupila (2021) v České republice automobily na vodík zatím vidět nelze. Hlavním důvodem je infrastruktura. Čerpací stanice, které mají v nabídce i vodík jsou slibovány, věc se má ale tak, že doposud v ČR není žádná stanice pro veřejnost vybudována. V podobné situaci je i většina Evropy. Jedinou výjimkou je Německo, to už má v provozu okolo 90 takových stanic. Vodík patří mezi hlavní témata v Číně a Japonsku, i tam se ale plánuje větší využití automobilů na vodík odhadem až mezi lety 2025 a 2030.

1.2.9 Alkoholy – metanol, etanol

Podle Kroupy a Panáčka (2001) byly alkoholy v minulosti využívány jako náhrada za běžná paliva v dobách nejistoty, jako byly například války. V současné době se řadí mezi alternativní paliva. Alkoholy se používají jako palivo pro dopravní prostředky. Mezi nejčastěji používané alkoholy patří etanol a metanol. Jednou z hlavních výhod alkoholů je to, že mají vysoké oktanové číslo. U paliva, které má vysoké oktanové číslo, dochází ke spálení při vyšším kompresním tlaku. Díky tomu dochází k efektivnějšímu využití paliva. Automobil má tak nižší spotřebu.

Dále uvádějí, že etanol je z hlediska bezpečnosti na tom lépe než nafta a benzín. Etanol je rozpustný ve vodě. Přírodní bakterie ho rozkládají na oxid uhličitý a vodu. Aby nedošlo k záměně s potravinářským alkoholem, je palivový alkohol denaturován. K denaturaci dochází přidáním látek, které změní chuť i vůni etanolu. Metanol je v porovnání s etanolem z hlediska bezpečnosti na tom o poznání hůře. Metanol je velmi toxický a při manipulaci s ním se musí

dodržovat přísné předpisy. Konzumace malého množství metanolu může způsobit oslepnutí, nebo dokonce i smrt. Jeho únik do přírody může být příčinou vážných ekologických problémů. Dalším rozdílem mezi etanolem a metanolem je ve výrobě, zatímco metanol se vyrábí z fosilních paliv (ropa, uhlí, zemní plyn), etanol je produktem zemědělské výroby. Vyrábí se kvašením ze surovin, které obsahují cukr, celulózu nebo škrob.

Podle Kroupy a Panáčka (2001) je důležité, aby etanol neobsahoval vodu. Díky tomu ho lze mísit s benzínem. Benzín ulehčuje vznícení paliva při nízkých teplotách.

Na tankovacích stanicích lze narazit na palivo E85. Jedná se o směs, která se skládá z 85 % etanolu a 15 % naturalu 95. Poměr se může lišit, ovšem minimální podíl etanolu musí být 70 %. Pokud řidič zvolí palivo E85 je lepší, aby nechal provést úpravu na vozidle. Vůz je schopný jezdit i bez úpravy, to ale přináší některé komplikace. Automobil hůře startuje a dochází k větší spotřebě o 20–30 %. Aby se jízda na E85 vyplatila, je téměř nutné přestavbu udělat. Jinak úsporu na ceně paliva nám vyrovná větší spotřeba, uvádí web Autoslužby Janoušek (2016).

Podle Bosh (2018) cena přestavby závisí na počtu válců. Pohybuje se okolo 7 000 Kč. Úprava motoru spočívá v namontování řídicí jednotky. Ta prodlužuje dobu vstřiku a řídí složení směsi paliva. Řídicí jednotka se ovládá pomocí přepínače na přístrojové desce. Řidič přepíná jednotku podle toho, co do automobilu natankoval, a to buď benzín nebo etanol. Cena za jeden litr etanolu je v rozmezí 23 Kč až 27 Kč. Mezi hlavní výhody patří nižší cena etanolu, zvýšení výkonu vozu o 15 %, snížení emisí oxidu uhličitého o 70 % a oproti vozu na LPG může automobil na etanol jezdit bez žádných omezení do pozemních garáží.

2 ANALÝZA EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ POHONŮ

2.1 Pořizovací cena vozu

Při pořízení vozidla je nejdůležitějším aspektem pořizovací cena a provozní náklady. Před samotnou koupí vozu k zásadnímu rozhodnutí patří, zda investovat do nového či ojetého vozu. Dalšími faktory jsou ceny a dostupnost náhradních dílů a ceny oprav. Výši provozních nákladů ovlivňuje z velké části druh pohonu vozidla.

Dle Červenky (2014) výrobci vozidel zařazují automobily především dle velikosti vozu a dalších specifických vlastností do několika tzv. obchodních tříd. Rozdělení osobních automobilů do obchodních tříd neurčují žádné zákony, ani normy. Již při vývoji vozidla má výrobce jasno, do jaké obchodní třídy bude vůz spadat a s tím souvisí i pořizovací cena vozidla.

Jak uvádí Biskup (2004), při rozdělení vozů do obchodních tříd bývá hodně nejasností a sporů. Zásadními parametry jsou rozměry vozidla a motorizace. U kategorií obchodních tříd se přihlíží i na velikost zavazadlového prostoru a rozvoru. Nejčastější rozdělení dle Biskupa (2004) do obchodních tříd je následující:

- Mini vozy – menší než 3,5 metru a objem do 1 litru.
- Malé vozy – délka do 4 metrů a objem do 1,4 litru.
- Nižší střední třída – délka 4 až 4,3 metru a motor s objemem 1,4 – 1,8 litru.
- Střední třída – délka do 4,5 metru a motor do 2,5 litru.
- Vyšší střední – délka do 5 metrů, motor je silný, v autě je luxusní výbava.
- Luxusní – zde je měřítkem luxus.

2.2 Silniční daň

Silniční daň patří mezi přímé daně. Správcem daně je finanční úřad. Dle zákona České národní rady č. 16/1993 Sb. O dani silniční v platném znění (dále jen zákon) je zdaňovacím obdobím jeden kalendářní rok. Zákon je účinný od prvního ledna roku 1993. Předmětem silniční daně jsou silniční motorová vozidla a jejich přípojná vozidla, která se využívají k podnikání. To platí i v případě, že motorové vozidlo vlastní soukromá osoba. Povinnost platit silniční daň mají majitelé nákladních automobilů s největší povolenou hmotností nad 3,5 tuny. U nákladních vozů se platí silniční daň bez ohledu na to, zda se používá k podnikání, či nikoliv.

Dle zákona předmětem silniční daně nejsou speciální pásové automobily a ostatní vozidla podle zvláštního právního předpisu. Spadají sem i zemědělské a lesnické traktory a jejich přípojná vozidla. Dále předmětem daně nejsou vozidla, kterým byla přidělena zvláštní registrační značka.

Poplatníkem daně je osoba, která je zapsána v technickém průkaze jako provozovatel vozidla. Dále poplatníkem daně může být také zaměstnavatel, pokud vyplácí cestovní náhrady svému zaměstnanci za použití osobního automobilu nebo jeho přípojného vozidla, a to za předpokladu, nevznikla-li daňová povinnost již provozovateli daného vozidla.

2.2.1 Základ daně

Zákon stanovuje, že základ silniční daně u osobních automobilů se odvíjí od zdvihového objemu motoru v cm³. U návěsů se základ daně vypočítává dle součtu největších povolených hmotností na nápravy v tunách a počet náprav. U ostatních vozidel určuje základ daně největší povolená hmotnost v tunách a počet náprav.

2.2.2 Sazby daně

Silniční daň se platí čtyřikrát do roka formou záloh silniční daně. Roční sazby daně pro osobní automobily uvádí tabulka 2. Zálohy jsou splatné vždy do patnáctého dne v měsících duben, červenec, říjen a prosinec. Zákon uvádí: „Zálohy na daň se vypočtou ve výši 1/12 příslušné roční sazby daně za každý kalendářní měsíc, ve kterém trvala, vznikla nebo zanikla daňová povinnost v rozhodném období.“

Tabulka 2 Roční sazby daně pro osobní automobily

Do 800 cm ³	1200 Kč
Nad 800 cm ³ do 1250 cm ³	1800 Kč
Nad 1250 cm ³ do 1500 cm ³	2400 Kč
Nad 1500 cm ³ do 2000 cm ³	3000 Kč
Nad 2000 cm ³ do 3000 cm ³	3600 Kč
Nad 3000 cm ³	4200 Kč

Zdroj: Česko (1993)

Výši silniční daně také ovlivňuje stáří auta. Pokud je vůz registrovaný před méně než 9 lety, má poplatník dle zákona nárok na slevu:

- 48 % u starší vozu do 36 měsíců (3 let)
- 40 % u starší vozu do 72 měsíců (6 let)
- 25 % u starší vozu do 108 měsíců (9 let)

Pokud je automobil registrován před rokem 1990, silniční daň se poplatníkovi zvyšuje o 25 %.

2.2.3 Osvobození od daně

Paragraf 3 zákona uvádí, která vozidla jsou od silniční daně osvobozena. Spadají sem například vozidla kategorie L. Jedná se o motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly. Patří sem mopedy a motocykly. Dále do osvobození od daně spadají také čtyřkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu je menší než 350 kg.

Od silniční daně jsou dále osvobozena vozidla diplomatických misí, vozidla provozována ozbrojenými silami, vozidla integrovaného záchranného systému. Silniční daň se také netýká vozidel správců pozemních komunikací (sypače, pluhy...) a vozidel zabezpečující linkovou osobní vnitrostátní přepravu. Ale to pouze za předpokladu, že 80 % jejich vytížení bude v linkové dopravě.

Pod silniční daň nespádají vozidla pro dopravu osob nebo nákladů s největší povolenou hmotností menší než 12 tun, která využívají:

- elektrický pohon
- hybridní pohon, který kombinuje spalovací motor a elektromotor
- zkapalněný ropný plyn (LPG) nebo stlačený zemní plyn (CNG)

2.3 Dálniční známky

Vybrané úseky pozemních komunikací jsou v České republice zpoplatněné. Pokud tyto úseky chce řidič využívat, je zapotřebí, aby měl koupenou dálniční známku. Do roku 2021 se zakoupení dálniční známky prokazovalo samolepícím kuponem, který musel být umístěn na čelním skle vozidla. V roce 2021 přešla Česká republika na elektronické dálniční známky. Mapa dálničních zpoplatněných úseků je uvedena na obrázku 3. Web Edalnice.cz (2022c) informuje, že elektronickou dálniční známku lze koupit na e-shopu přes telefon nebo počítač. Znamka se může koupit 90 dní dopředu. Další možností, kde koupit známky jsou samoobslužné

kiosky, které se nachází v blízkosti hranic. K zakoupení jsou také na pobočkách České pošty nebo státních čerpacích stanic EuroOil.



Obrázek 3 Dálniční zpoplatněné úseky (Edalnice.cz, 2022c)

2.3.1 Druhy a ceny známek

Jak zmiňuje web Autotrip.cz (2021), dálniční známky si zakupují řidiči s motorovými vozidly, které mají nejméně čtyři kola. Týká se to vozidel do 3,5 tuny. Dopravní prostředky nad 3,5 tuny platí mýtné. Dálniční známky se v České republice prodávají ve třech variantách. První varianta se prodává s desetidenní platností a stojí 310 Kč. Platnost desetidenní známky začíná dnem, kdy začne být platná a končí uplynutím desátého kalendářního dne. Druhá varianta je na jeden měsíc a stojí 440 Kč a třetí platí nově 365 dní ode dne zakoupení. Dříve platila do konce ledna následujícího roku a nezáleželo na tom, kdy byla dálniční známka zakoupena. Její cena je 1500 Kč.

Internetová stránka Edalnice.cz (2022b) informuje řidiče provozující automobil s pohonem na zemní plyn nebo biometan o možnosti si zakoupit dálniční známku za ekologickou cenu. Ta redukuje cenu dálniční známky na polovinu. Na LPG pohon se ekologická cena nevztahuje.

2.3.2 Osvobození od dálniční známky

Web Edalnice.cz (2022a) dále řeší osvobození vozidla od koupi dálniční známky. Automaticky osvobozená vozidla jsou ta, která mají pohon na elektrickou energii, vodík nebo hybridní pohon. Hodnota emisí u těchto pohonů musí dosahovat do 50 g/km. Hlavní podmínkou k tomu, aby vozidlo bylo automaticky osvobozeno je přidělená speciální SPZ. Začíná písmeny EL. Vůz musí být také registrován v České republice. Dále jsou automaticky osvobozena historická vozidla s přidělenou zvláštní registrační značkou a průkazem historického vozidla a v neposlední řadě vozidla, které přepravují držitele průkazu ZTP nebo ZTP/P.

Nárok na osvobození od platby poplatků na zpoplatněných úsecích mají i jiné vozy. Ty ale musí podat oznámení. Oznámení jde vyplnit na webu Edalnice.cz elektronicky. V listinné formě se úředně ověřené podání zasílá na Státní fond dopravní infrastruktury. Týká se to vozidel, které mají pohon na elektrickou energii, vodík, nebo hybridní pohon a nemají speciální SPZ nebo jsou registrována v zahraničí. Dále se to týká vozidel, které jsou provozovány domovy pro osoby se zdravotním postižením.

2.3.3 Kontrola a pokuty

Kontrolu, zda řidiči mají platnou dálniční známku nebo je vozidlo osvobozeno, provádějí kontrolní orgány Policie ČR a Celní správy ČR. Kontroly probíhají na zpoplatněných úsecích prostřednictvím hlídkových vozidel Policie a Celní správy ČR, které jsou vybaveny kamerovým systémem na rozpoznání registrační značky. Také se využívá vzdálené připojení ke kontrolním branám. Dochází i ke kontrolám na odpočívadlech a parkovištích. Web Edalnice.cz (2022a) konstatuje: *„Pokud dané orgány odhalí řidiče na zpoplatněném úseku bez platné elektronické dálniční známky, hrozí mu pokuta až 20 000 Kč. Kontrola se bude týkat také případného zneužití osvobození. Pokud fyzická nebo právnická osoba podá oznámení osvobození, aniž by na něj měla nárok, ve snaze záměrně systém zneužít, může se pokuta vyšplhat až na 100 000 Kč. Pokud bude zpoplatněný úsek dálnice užívat vozidlo, na které se osvobození vztahuje, ale řidič oznámení osvobození nepodal, přestože to zákon vyžaduje, hrozí mu pokuta až 5 000 Kč.“*

2.4 Pojištění vozidla

Řidič má právo i povinnost svůj automobil pojistit. V případě nehody pojištění poskytuje finanční kompenzaci za způsobené škody na vozidle i na zdraví. K povinnému pojištění patří tzv. povinné ručení. Kromě povinného ručení si řidič může sjednat i havarijní pojištění.

2.4.1 Pojištění odpovědnosti z provozu motorového vozidla

Podle Rutteové (2021) pojištění odpovědnosti za škody způsobené provozem vozidla neboli povinné ručení, musí mít sjednané každé vozidlo, které je provozováno na pozemních komunikacích. Povinné ručení kryje škody na majetku a zdraví osob, které se staly obětí dopravní nehody. Majitel vozu má možnost vybrat si povinné ručení u více pojišťoven na českém trhu dle ceny a výše pojistného plnění. Mezi základní pojištění odpovědnosti z provozu vozidla Rutteová (2021) řadí:

- škody na zdraví (náklady na léčbu, bolestné, pobyt v nemocnici, ...).
- škody na životě.
- škody na majetku.
- škody na zvířatech.
- škody, které jsou spojené s ušlým ziskem.
- právní zastoupení.
- náklady na odstranění dopravní nehody.

Povinné ručení podle Rutteové (2021) nelze uplatnit na jakoukoliv škodu pojištěného. Pokud chce pojistník uplatnit škodu i na svém majetku, zdraví nebo životě, musí si sjednat jiné pojištění. V tomto případě se jedná o havarijní pojištění. Povinné ručení se ve výjimečných případech nemusí ani vztahovat na škody způsobené jiné osobě. Tyto specifické případy jsou určeny pojistnou smlouvou a zákonem č. 168/1999 Sb. Patří sem například: úmyslné způsobení škody, neoprávněné použití vozidla nebo pokud řidič odmítne podrobit se testu na alkohol a omamné látky.

Při sjednání pojištění odpovědnosti z provozu vozidla jsou velmi důležité limity pojistného krytí povinného ručení, konstatuje internetová stránka Top-Pojištění.cz (2022). Limity slouží ke stanovení nejvyšší hranice pojistného plnění. Jde o nejvyšší možnou částku, kterou v případě dopravní nehody pojišťovna vyplatí poškozeným. Nejčastěji bývají limity nastavené na 35 mil. Kč/ 35 mil. Kč. Takto uvedené limity znamenají, že maximálně 35 mil.

Kč uhradí pojišťovna poškozeným na zdraví a 35 mil. Kč v případě škody na majetku. Zmíněné výše limitů jsou určeny zákonem jako minimální limity pojistného krytí. Pokud dojde k hromadné nehodě, nemusí tyto limity na pokrytí stačit. Proto pojišťovny nabízí výši limitů ve dvou či více variantách. Díky tomu lze vidět nabízené limity například ve variantě 75 mil. Kč/75 mil. Kč nebo 100 mil. Kč/100 mil. Kč.

Web Aktuálně.cz (2020) upřesňuje plnění povinného ručení pro cesty do zahraničí. Všechny státy, kde je povinné ručení platné, jsou vypsány v seznamu, který je součástí zelené karty. Zelená karta je dokladem, který potvrzuje zaplacení pojištění odpovědnosti z provozu vozidel. Zelená karta se vystavuje na jeden rok. Pojem zelená karta je od července roku 2020 trochu zavádějící pojem. Pojišťovny od této doby mohou podle evropské mezinárodní dohody tento dokument vydávat vytištěný na bílém papíře. Evropská dohoda umožňuje, že některé země si nechají zelenou barvu karty. Všechny zainteresovaná státy budou ale respektovat motoristy jak se zelenou, tak bílou kartou.

Velmi klíčovou roli při výběru povinného ručení hraje cena. Ta závisí na následujících faktorech:

- kategorie vozidla.
- u osobních aut – objem motoru, u ostatních vozidel na hmotnost.
- účel použití – běžný provoz, autoškola.
- stáří vozidla.
- věk pojistníka.
- místo registru vozidla.
- balíček pojištění.
- velikost vozového parku.
- způsob uzavření pojištění (internet, pobočka).
- z působ placení.

2.4.2 Havarijní pojištění

Modul Servis s.r.o. (2021) se podrobněji zabývá havarijním pojištěním. Jak uvádí, havarijní pojištění kryje události, při kterých dochází k poškození nebo úplnému zničení vozidla. Toto pojištění na rozdíl od povinného ručení je dobrovolné. Pokud dojde k nehodě, pojišťovna hradí škodu pojistníkovi i přesto, že je viníkem dopravní nehody.

Dle Modul Servis s.r.o. (2021) cena havarijního pojištění závisí na tom, jaký balíček pojištění si zákazník zvolí. Při dopravní nehodě platí pojistník vždy spoluúčast. Jedná se o podíl na vzniklé škodě, který pojišťovna neproplácí. Cena havarijního pojištění se kromě zvoleného balíčku pojištění odvíjí podle toho, jakou má pojistník výši spoluúčasti. Obecně platí, že čím je vyšší, tím je nižší cena havarijního pojištění. Nejběžnější spoluúčast bývá 5 % s minimální částkou 5 000 Kč. To znamená, že při nehodě, kdy škoda bude do 5 000 Kč, pojišťovna neproplatí nic. Při vyšší škodě zaplatí pojistník 5 % z celkové škody. Minimálně však vždy alespoň 5 000 Kč.

2.5 Administrativní poplatky

Vozidlo musí splnit některé zákonné povinnosti, než se začne využívat na pozemních komunikacích. Mezi základní patří: STK, emisní kontrola, zapsání vozidla do registru vozidel. Při provozu vozidla je důležité počítat i s dalšími náklady, jako například parkovné.

2.5.1 Registr vozidel

Podle Cebia.cz (2021) registr vozidel umožňuje:

- provést registraci nového vozidla.
- změnit vlastníka nebo provozovatele vozidla.
- vyřadit/přihlásit vozidlo z/do provozu.
- změnit údaje o vozidle.
- nový technický průkaz nebo registrační značky.

Změny v registru vozidel mohou vykonávat úřady obcí s rozšířenou působností. Při zmíněných úkonech se platí správní poplatky. Přehled některých správních poplatků je uveden v tabulce 3.

Tabulka 3 Vybrané správní poplatky registru vozidel

Správní poplatek	Cena
Registrace nového vozidla	800 Kč
Převod vozidla	800 Kč
Registrace elektromobilu	0 Kč
Změna údaje o vozidle	50 Kč
Značka na přání u automobilu	10 000 Kč
Uložení vozidla do depozitu	200 Kč

Zdroj: Spzsluzby.cz (2020)

Eurowag.com (2021) přibližuje jakým způsobem dochází k přihlášení, popřípadě přepisu vozidla. Pokud má jedinec všechny potřebné dokumenty, tak přihlášení vozidla je rychlý a nekomplikovaný administrativní proces. Rozdíl mezi přihlášením a přepisem vozidla je následující:

- přihlášení vozidla (registrace vozidla) – týká se zcela nového vozu, které doposud nebylo registrováno v registru vozidel a nemělo žádného předchozího majitele.
- přepis vozidla (převod vozidla) – týká se koupě již ojetého vozidla nebo přepisu vozu na jinou osobu.

V případě koupi nového vozu se musí přihlásit do registru vozidel. Zcela nové vozy mají tzv. čistopis velkého technického průkazu. To dokladuje, že vůz dosud neměl majitele a nebyl registrován. V tomto případě je potřeba s sebou na úřad donést: plnou moc prodávajícího, čistopis velkého technického průkazu, originální doklad o nabytí vozidla (kupní smlouva, leasingová smlouva), vyplněnou žádost o zápis vozidla do registru silničních vozidel, doklad o povinném ručení a doklad totožnosti.

Vejvoda (2022) dále upřesňuje, že pokud se jedná o přepis auta (převod auta), jsou vozidla od 1.1. 2016 převedena přímo na nového provozovatele bez předešlého odhlašování. Už se tím pádem vůz nemusí odhlašovat a následně přihlašovat na nového majitele, ale rovnou se uskuteční přepis na nového majitele. Zde je důležité zmínit, že prodávající ojetého vozu má povinnost po podepsání smlouvy a obdržení platby přihlásit vozidlo na nového majitele. Nejpozději tak musí učinit do 10 dnů. Jinak mu hrozí pokuta až 50 000 Kč. Proto je lepší jako prodávající nedávat plnou moc kupujícímu, ale obráceně.

Dle Vejvody (2022) by prodávající neměl zapomenout zrušit povinné ručení a havarijní pojištění, pokud bylo sjednáno. Dokumenty, které jsou potřeba k přepisu vozidla jsou: vyplněná přihláška o registraci vozidla do registru silničních vozidel ČR, kupní smlouva, velký a malý technický průkaz, ověřenou plnou moc, občanský průkaz, maximálně 14 dní starý protokol o evidenční kontrole a potvrzení o sjednání povinného ručení.

Eurowag.com (2021) dále udává informace o ekologické dani. V případě staršího ojetého vozidla se musí počítat i s ekologickou daní. Ta se platí, pokud automobil nesplňuje alespoň emisní normu Euro 3. Ekologická daň se platí pouze jednou. Pokud je v technickém průkazu zapsána jako zaplacená, už se znovu neplatí. Cena ekologické daně pro emisní normu Euro 0 je 10 000 Kč. Ekologická daň pro emisní normu Euro 1 je 5 000 Kč a pro Euro 2 je cena 3 000 Kč.

2.5.2 STK

Pojem STK zná každý motorista. Jde o stanici technické kontroly. O té více informuje web Auto.cz (2021). Provozovat ji může právnická nebo fyzická osoba, která má k provozování oprávnění a osvědčení vydané krajským úřadem, v jehož správním obvodu bude vykonávat tuto činnost. Provádí se v ní technická kontrola motorového vozidla, která určuje, zda je vozidlo způsobilé k provozu na pozemních komunikacích. Technická prohlídka silničního vozidla je v České republice ze zákona povinná. Na technickou prohlídku musí jezdit všechna vozidla, která jsou v ČR evidována a mají registrační značku. Kromě technické prohlídky musí vůz podstoupit i evidenční kontrolu. Ta je zaměřená na kontrolu provedení vozidla s údaji v technickém průkazu. Je součástí každé pravidelné technické kontroly. Druhy technických prohlídek jsou následující:

- Pravidelná TP.
- Opakovaná TP.
- TP před schválením technické způsobilosti vozidla.
- TP před registrací.
- TP ADR.
- Evidenční kontrola.
- TP na žádost zákazníka.

Web Auto.cz (2021) zmiňuje doklady, které potřebuje řidič k technické prohlídce. Mezi ně patří: technický průkaz, osvědčení o registraci vozidla neboli malý techničák, protokol o

měření emisí, popřípadě protokol o předchozí technické prohlídce, na jejímž základě je prováděna opakovaná technická prohlídka.

V dnešní době se technická kontrola už nemusí provádět v místě svého bydliště. Je jen na řidičovi, kde si nechá kontrolu provést. Doba platnosti STK je uvedena v technickém průkazu vozidla. Také je uvedena na červené nálepce, která je umístěna na zadní registrační značce vozidla. Nový automobil jde na další prohlídku po 4 letech. Starší osobní automobily musí podstoupit technickou kontrolu každé 2 roky. Pokud bude řidič jezdit s vozidlem, které nemá platnou STK, je vystaven riziku, že dostane vysokou pokutu, či dokonce zákaz řízení. Zároveň pokud se vozidlo s prošlou STK stane součástí dopravní nehody, pojišťovna nemusí proplatit vzniklou škodu. Ve stanici technické kontroly se dle Auto.cz (2021) kontrolují na vozidle především následující věci:

- Řízení a geometrie vozu.
- Identifikace vozu podle vin kódu.
- Brzdový systém.
- Stav podvozku a stav koroze na celém voze.
- Motor, pneumatiky a kola.
- Funkčnost bezpečnostních pásů, airbagů.
- Povinná výbava.

Ceník technické kontroly není v České republice jednotný. Ceny STK se vyskytují od 800 Kč až po 2 000 Kč pro osobní automobily, zveřejnil Octavia club.cz (2022). U některých stanic mohou dostat slevu držitelé průkazů ZTP. V Tabulce č. 4 je uveden medián cen STK napříč ČR v roce 2022.

Tabulka 4 Medián cen STK pro osobní automobily v roce 2022

Typ prohlídky STK	Cena prohlídky	Cena pro ZTP
Pravidelná prohlídka	1200 Kč	500 Kč
Opakovaná prohlídka	500 Kč	200 Kč
Evidenční kontrola	500 Kč	200 Kč

Zdroj: Octavia club.cz (2022)

2.5.3 Emisní kontroly

Než projde vozidlo technickou kontrolou, musí také podstoupit emisní kontrolu. Do roku 2015 se při úspěšné kontrole emisí dávala na registrační značku i zelená emisní známka. V současné době se již emisní známka na registrační známku nelepí, zmiňuje Auto.cz (2021).

Podle Pavla (2022) cena měření emisí se odvíjí od druhu paliva vozidla. I na emisní kontrole mohou na některých místech ušetřit ti, kteří mají kartičku ZTP. Cena měření emisí se pohybuje v rozmezí od 800 Kč do 1 400 Kč. U automobilů na benzín a na naftu je cena emisí ve stejné cenové relaci. Vozy na LPG mají cenu emisí trochu dražší.

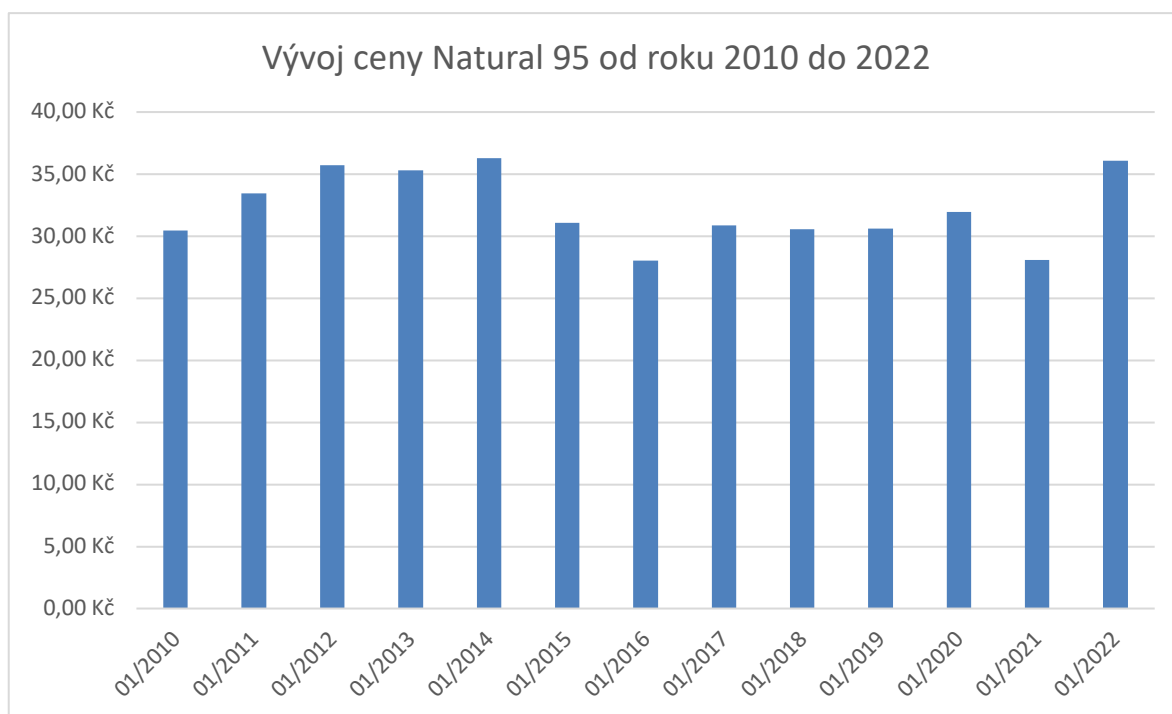
2.6 Pohonné hmoty, elektřina, zemní plyn

Důležitou složkou provozních nákladů u vozidel jsou ceny pohonných hmot a jiných alternativ. Ceny benzínu, nafty, zemního plynu i elektřiny jsou vysoce volatilní veličinou. Výši cen ovlivňuje mezinárodní dění, politické neshody, konflikty. Aktuálně má na cenu vliv válečný konflikt mezi Ruskem a Ukrajinou. Vývoj cen je pravidelným tématem politických debat.

2.6.1 Benzín

Benzín je kapalina ropného původu, tudíž je závislá na ceně ropy. Cenu benzínu tvoří kromě jiného výše spotřební daně a DPH. Spotřební daň v ČR dělá 12,84 Kč na jeden litr. Sazba daně z přidané hodnoty je 21 %.

Cena benzínu je ovlivňována především situací ve světě, dále dohodou Evropské unie o jednotnosti cen rafinérií. Na koncovou cenu má vliv také výše marže distributorů. Průměrná cena benzínu se od ledna roku 2010 do ledna roku 2022 pohybovala v rozmezí od 28,04 Kč za litr do 36,28 Kč za litr. Jak se průměrná cena benzínu měnila v tomto období je uvedeno v obrázku 2.

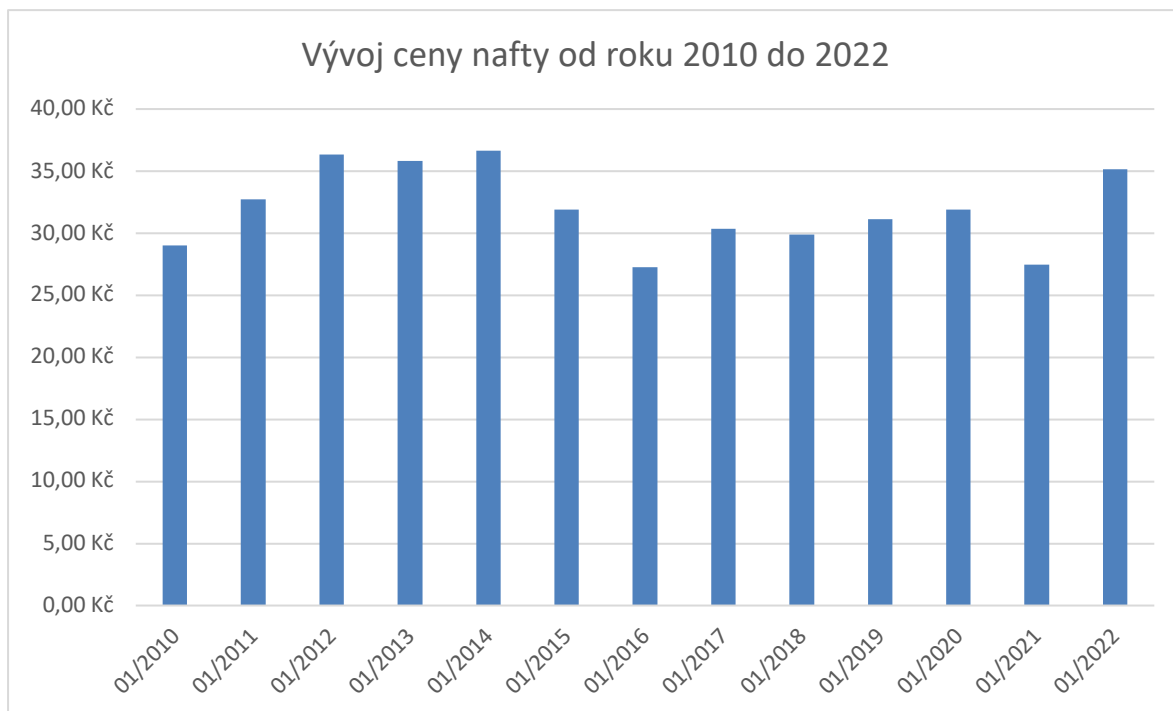


Obrázek 4 Vývoj ceny Natural 95 od roku 2010 do roku 2022 (Český statistický úřad, 2022) upraveno autorem

2.6.2 Nafta

Motorová nafta se získává destilací a rafinací z ropy. Cena je tedy stejně jako u benzínu závislá na ceně ropy. Bureš (2021) udává informace o spotřební dani, která se v roce 2021 u nafty snížila z 10,95 Kč na 9,95 Kč za litr. Dále i nafta podléhá dani z přidané hodnoty, což je 21 %. Snížením spotřební daně u nafty přišel stát o 5 miliard korun ve státním rozpočtu. Stát tím chtěl podpořit dopravce v době pandemie Covid – 19.

Vývoj průměrné ceny nafty od ledna roku 2010 do ledna roku 2022 je graficky zobrazen na obrázku 3. Průměrná cena nafty se pohybovala v rozmezí od 27,48 Kč za litr do 36,65 Kč za litr.



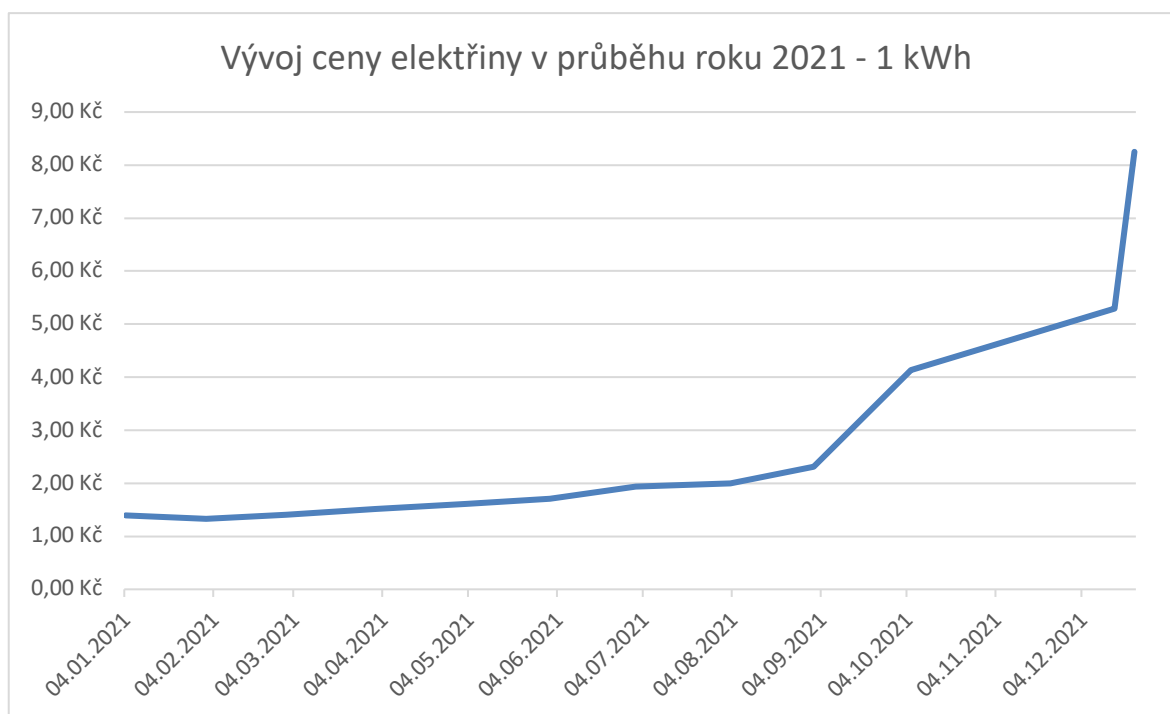
Obrázek 5 Vývoj ceny nafty od roku 2010 do 2022 (Český statistický úřad, 2022) upraveno autorem.

2.6.3 Elektřina

Webová stránka Porovnej24.cz (2022) uvádí, že automobily s pohonem na elektřinu už nepatří do kategorie, kterou si kupují jen fanoušci a nadšenci elektromobility. Ve světě už se začínají řadit na čestné místo vedle spalovacích motorů. Ovšem pořizovací náklady elektromobilu jsou pořád velmi vysoké. Důležitým faktorem tedy je, kolik stojí dobítí elektromobilu a jakým způsobem dobíjení probíhá.

Podle Čermáka (2022) byla cena elektřiny dlouhá letá stabilní. Domácí nabíjení s tarifem D27d nabízeli někteří dodavatelé za cenu jen lehce přes 2 Kč za kilowatthodinu. Na podzim roku 2021 cena začala růst do rekordních výšin.

Hrbáček (2022) vysvětluje, proč menší dodavatelé, kteří cestu nákupu energie riskují na krátkodobém trhu, museli dramaticky navýšit ceny. Tito dodavatelé nakupovali energii na burze draze. Menší dodavatelé tak často zkrachovali a řadu lidí čekalo výrazné zdražení záloh na elektrickou energii. Vývoj ceny elektřiny v průběhu roku 2021 je znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 6 Vývoj ceny elektřiny v průběhu roku 2021 (Kurzy.cz, 2022)

Březinová (2022b) popisuje nabíjení elektromobilu, které není vůbec složité. Mezi nejpohodlnější a z pravidla nejlevnější variantu patří nabíjení elektromobilu přes noc v místě bydliště. Je možné ho zapojit do běžné zásuvky 230 V. Nevýhodou je ovšem časová náročnost. Rychlejší variantou pro nabíjení doma je vícefázová 16 A zásuvka. Touto zásuvkou je vybavena většina rodinných domů, kde se používá například k napájení okružní pily. K neefektivnějšímu dobíjení v domácnosti je potřeba zakoupit tzv. wallbox. Jde o nástěnnou domácí dobíjecí stanici. Narozdíl od napájení z běžné zásuvky je dvakrát až desetkrát účinnější. Záleží na daném typu. Ovšem za tuto stanici si musí zájemce připlatit. Ceny wallboxů se pohybují od 15 do 60 tisíc korun. U starších domů se musí vzít v potaz i dodatečné náklady na úpravu elektroinstalace.

Mezi dominantní dodavatele elektřiny patří firma ČEZ, E.ON a Pražská energetika (PRE). Průměrná cena elektřiny i dominantních dodavatelů se v roce 2022 pohybuje okolo 8 Kč/kWh bez využívání speciálních tarifů, uvádí Březinová (2022b).

Dle webu Porovnej24.cz (2022) spotřeba elektromobilu se pohybuje v průměru okolo 20 kWh na 100 km. Záleží na více faktorech, jako například: styl jízdy, velikost elektromobilu, provozní podmínky, výkon vozidla. Rozsah je tedy od 15 kWh do 28 kWh na 100 kilometrů.

Březinová (2022b) zmiňuje speciální tarify pro nabíjené elektromobilů od již zmíněných distributorů, které nabízejí svým zákazníkům. Jedná se o tarify C27d a D27d. Pro elektromobil v domácnosti je určena distribuční sazba D27d. Tento tarif umožní čerpat elektřinu v nízkém

tarifu po dobu alespoň 8 hodin v časovém rozmezí od 18:00 do 8:00. Díky nižší sazbě se sníží náklady dobíjení na téměř polovinu. Tarif C27d je určen především pro firmy a je vyhrazen hlavně pro napájení elektromobilů. Do popředí se dostává trend využívání elektrické energie z vlastních solárních panelů. Například dodavatel ČEZ má v nabídce pro své zákazníky battery boxy. Pomocí těchto boxů se dá skladovat energie, která se vyrobí během dne. Elektřina se dá poté využít jak v domácnosti, tak i pro nabití vozu.

Podrobnosti o nabíjecích stanicích elektromobilu zveřejňuje Porovnej24.cz (2022). Nabíjet elektromobil lze jak pomocí střídavého proudu, tak i pomocí stejnosměrného proudu. Pro střídavý proud se vyskytuje zkratka AC (alternating current) a pro stejnosměrný proud se používá zkratka DC (direct current). V domácnostech, běžných zásuvkách a v nabíjecích stanicích AC se nachází střídavý proud. Do baterie se ale ukládá stejnosměrný proud. Proto je nutné střídavý proud převádět na stejnosměrný. K převodu se používá palubní nabíječka, která je součástí každého elektromobilu.

Pultzner (2018) doplňuje, že pokud se řidič rozhodne nabíjet z nabíjecí stanice AC, nebude ho zajímat jen výkon dané nabíjecí stanice AC. Důležitou roli bude hrát právě i palubní nabíječka. Palubní nabíječky mají ve většině případů nižší výkon než samotné nabíjecí stanice. Proto rychlost nabití tímto způsobem závisí na výkonu palubní nabíječky.

Dle Březinové (2022b) na konci roku 2021 bylo v České republice registrováno 944 nabíjecích stanic od různých provozovatelů. V prvním čtvrtletí roku 2022 nebyl zatím počet nabíjecích stanic aktualizován, ale s největší pravděpodobností bude v ČR v provozu více než tisíc stanic. Společnosti ČEZ, E.ON a PRE vlastní nejhustší síť. Tyto firmy provozují zhruba dvě třetiny nabíjecích stanic.

K dobíjecím stanicím dále Březinová (2022b) uvádí následující: „*Stát podpoří výstavbu dobíjecích stanic. S rostoucím počtem elektromobilů musí přibývat i dobíjecí stanice. Stát plánuje v této oblasti výrazné investice a výstavbu stanic podporuje v dotačním programu pro dopravu. Podle Národního akčního plánu čisté mobility by v České republice mělo v roce 2030 fungovat minimálně 19 tisíc dobíjecích stanic.*“

Společnost ČEZ, stejně jako ostatní provozovatelé dobíjecích stanic, rozlišuje mezi registrovanými a neregistrovanými zákazníky, uvádí Březinová (2022b). Možnost nabít elektromobil mají samozřejmě obě skupiny. Každá ovšem za jinou cenu. Úplně nejhustší síť dobíjecích stanic má právě ČEZ. V minulosti ČEZ rozlišoval ceny dobíjení podle různých tarifů, ty se odvíjeli od toho, jak často zákazník dobíjecí stanicí využíval. Od roku 2022 se cena odvíjí od typu nabíječky, jak je uvedeno v tabulce 5. Nejmenší částku zaplatí ti, kteří využijí stanici s AC konektorem. Nejvyšší cena je u rychlonabíjecích stanicích. Tam neregistrovaný

zákazník zaplatí 12 Kč/kWh. ČEZ má mimo jiné zavedené poplatky za obsazení stanice. Jakmile je baterie plně dobítá, zákazník zaplatí 2 Kč za každou minutu blokování stojanu. Stejná sazba je nastavená i po uplynutí 480 minut u typu AC, 90 minut u DC nabíječek a 45 minut u rychlonabíjecích HPC konektorů. Tento poplatek je účtován i v případě, že vůz není plně dobít.

V roce 2020 představil ČEZ Driver portál. Je to systém, který je určen pro majitele elektromobilů a slouží ke sledování dobíjecích stanic. Systém umožňuje vidět obsazenost, popřípadě nefunkčnost stanic. Také zde mohou získat přehled o tom, kolik je stojí nabíjení doma a na cestách.

Tabulka 5 Ceník dobíjecích stanic – ČEZ

	Registrovaní zákazníci	Neregistrovaní zákazníci
AC	6,0 Kč/kWh	8,0 Kč/kWh
DC (max. výkon 99 kW)	8,0 Kč/kWh	10,0 Kč/kWh
HPC (max. výkon nad 99 kW)	10,0 Kč/kWh	12,0 Kč/kWh

Zdroj: Březinová (2022b)

Březinová (2022b) informuje o E.ONU. E.ON také rozděluje zákazníky na registrované a neregistrované. Zákazníci registrovaní do služby E.ON Drive jsou vybaveni RFID kartou, kterou dostali zdarma při registraci. Pomocí ní dobíjí za nižší sazby. Ceny jsou uvedeny v tabulce 6. Neregistrovaný zákazník zaplatí u rychlonabíječky 13 Kč/kWh. E.ON má nastavené poplatky za čas strávený u dobíjecí stanice stejně jako ČEZ. To znamená, že při překročení stanoveného limitu se účtují 2 Kč za minutu.

Tabulka 6 Ceník dobíjecích stanic – E.ON

	Registrovaní zákazníci	Neregistrovaní zákazníci
AC	6,0 Kč/kWh	9,0 Kč/kWh
DC	7,5 Kč/kWh	11,0 Kč/kWh
UFC (rychlonabíječky)	10,0 Kč/kWh	13,0 Kč/kWh

Zdroj: Březinová (2022b)

Březinová (2022b) se dále zabývá cenami dobíjení největšího pražského poskytovatele elektřiny PRE jsou důležité hlavně pro obyvatele hlavního města. U tohoto poskytovatele se síť veřejných nabíječek nazývá tzv. PREpointy. Pravidelní zákazníci vlastní dobíjecí čip. PRE aktualizovala svůj ceník, který je platný od 1. 4. 2022. Základní ceník je zobrazen v tabulce 7. Dále PRE nabízí balíček předplacených kWh a času. Jde o 100 kWh a 24 hodin dobíjení v AC

stanici. Cena tohoto balíčku je 600 Kč měsíčně. V případě jednorázového nabíjení je možnost naskenovat QR kód, který je umístěn na stojanu. Tím se zákazník dostane do platební brány, kde vybere dobu nabíjení a zaplatí. Taková služba pro neregistrované zákazníky začíná na 240 Kč za hodinu u AC stojanu. Pokud zákazník použije rychlonabíječku, je sazba 480 Kč za hodinu.

Tabulka 7 Ceník dobíjecích stanic – PRE

	Registrovaní zákazníci	Neregistrovaní zákazníci
AC	6,0 Kč/kWh	7,0 Kč/kWh
DC 50/75	7,0 Kč/kWh	8,0 Kč/kWh
DC 150+	9,0 Kč/kWh	10,0 Kč/kWh

Zdroj: Březinová (2022b)

Známa je také síť nabíjecích stanic IONITY. Tyto stojany jsou k vidění hlavně v západní Evropě. V Česku se začaly vyskytovat na konci roku 2019. První dobíjecí stanice IONITY byla zprovozněna u Berouna. Za touto sítí dobíjecích stanic stojí společný podnik automobilek Ford, Mercedes Benz, Audi, BMW, Volkswagen a Porsche. Jako poslední se připojila také automobilka Hyundai. U IONITY je ceník velmi jednoduchý. Za 1kWh si účtují 21 Kč. Tato vysoká částka je pro neregistrované zákazníky. Pokud ale zákazník vlastní auto od jedné z výše zmíněných automobilek, dostane od automobilky podstatně výhodnější tarif, uvádí Březinová (2022).

2.6.4 LPG

Ceny LPG podle názoru Čermáka (2022) mají tendenci kopírovat trh cen benzínu a nafty. Ovšem u cen LPG nenastávají tak dramatické výkyvy. Je to z důvodu toho, že LPG nepatří mezi strategické suroviny. Jeho cena patřila vždy mezi velmi stabilní. Během posledních dvaceti let se pohybovala v rozmezí 10Kč/m³ až 20 Kč/m³. Až na začátku roku 2022 se cena dostala nad hranici 20 Kč/m³. Průměrná cena LPG za rok 2021, kterou uvádí web mBenzin.cz (2022) byla 14,50 Kč/m³.

Důvod cenové výhodnosti LPG vidí Bureš (2021) především v nižší sazbě spotřební daně oproti benzínu a naftě. U zkapalněného ropného plynu činí spotřební daň jen 2,15 Kč za metr krychlový. I LPG je zatíženo DPH. To znamená, že při ceně 20,00 Kč za metr krychlový zákazník odvede na daních 5,62 Kč. Na spotřební dani již zmíněných 2,15 Kč a na DPH 3,47 Kč. Míra zdanění je v tomto případě 28,11 %.

Podle Vaculíka (2021b) by výhodnost měla přetrvávat i do budoucna. Stát zatím nemá v plánu daň zvyšovat. Naopak chce podporovat alternativní paliva na trhu. A LPG je nejdostupnějším z nich. Je tedy pravděpodobné, že cena LPG by se měla i v dalších letech pohybovat kolem poloviny ceny benzínu.

2.6.5 CNG

Server CNG.cz (2022) se zabývá cenami CNG, která byly v posledních 8 letech velmi stabilní. Jeho ceny se pohybovaly v rozmezí 17 až 23 Kč za kilogram. To už v současné době neplatí. Zemní plyn se stal nástrojem Ruska k posilování velmocenských ambicí a tím se ceny CNG prudce zvýšily. V České republice panuje mezi cenami velký rozptyl. Na některých čerpacích stojí 1 kg CNG až 100 Kč. Aktuální průměrná cena ke konci dubna 2022 je 58,08 Kč/kg. Pro srovnání s benzínem je ale potřeba převést kilogram CNG na metr krychlový. Jeden metr krychlový energeticky odpovídá jednomu litru benzínu. V 1 kg CNG je 1,4 m³. Průměrná cena CNG v roce 2021 byla 33,50 Kč/kg. Což je 23,93 Kč za jeden m³.

Výše spotřební daně u stlačeného zemního plynu (CNG) je 2,80 Kč za metr krychlový. CNG také podléhá dani z přidané hodnoty. V praxi to znamená, že v případě ceny 50 Kč/m³ odvede zákazník na daních 11,48 Kč. Z toho 2,80 Kč na spotřební dani a 8,68 Kč na DPH. Míra zdanění je při této ceně 22,96 %, udává Bureš (2021)

3 ZHODNOCENÍ PROVEDENÉ ANALÝZY

Pro zjednodušený přehled základních poplatků u provozování osobních vozů uvádím tabulku 8. V tabulce jsou uvedeny základní druhy pohonů, s kterými jsem počítal u konkrétních vozů v kapitole 3.3.

Tabulka 8 Shrnutí poplatků u jednotlivých druhů pohonů

	benzín	nafta	elektrina	LPG	CNG
silniční daň	podnikání	podnikání	podnikání	podnikání	podnikání
dálniční známka	ANO	ANO	NE	ANO	50 % ceny
povinné ručení	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
havarijní pojištění	-	-	-	-	-
poplatky – registr vozidel	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
STK	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
emise	ANO	ANO	NE	ANO	ANO

Zdroj: autor

3.1 Úvod porovnání

Pro porovnání pohonů u osobních automobilů z ekonomického hlediska jsem si vybral vozy Škoda Octavia IV a Škoda ENYAQ iV. Vybral jsem produkty společnosti Škoda auto a.s., která je největším výrobcem automobilů v České republice. Sídlo společnosti se nachází v Mladé Boleslavi, kde je umístěn výrobní závod. V České republice jsou ještě další dva závody, a to v Kvasinách a ve Vrchlabí. Vybraný model Škoda Octavia je nejdůležitější vůz Škody Auto. Octavia je dlouhodobě nejprodávanějším modelem mladoboleslavské automobilky. Jedná se o nejdéle vyráběnou škodovku. Modelu Octavia se již podle Jánského (2020b) vyrobilo přes 7 milionů kusů. Do porovnání jsem chtěl zahrnout čistě elektrický vůz. Takovou verzi ale Octavie čtvrté řady nenabízí. Z toho důvodu jsem do srovnání zařadil právě Škodu ENYAQ iV, která má pod kapotou pouze elektromotor.

3.2 Vývoj Škody Octavia, Enyaq iV

Podle Škoda auto a.s. (2019b) historie Škody Octavia sahá až do 60. let minulého století. Úplně první vozy této dnes už legendární modelové řady sjely z výrobní linky závodu v Mladé Boleslavi v lednu 1959. Pod kapotou se nacházel řadový čtyřválcový motor o objemu 1,1 litru s výkonem 29,4 kW. V září 1960 byla představena Octavia ve verzi Combi. Původní

dvoudveřová Octavia opustila naposledy výrobní linku 11. dubna roku 1964. Combi verze tohoto modelu opustil výrobní linku v Kvasinách 21. prosince 1971. Mezi roky 1959 až 1971 se celkem vyrobilo 360 000 vozů Škody Octavia, včetně 54 000 verzí Combi.

Šmucler (2018) se zabývá dalším vývojem modelu Octavia. Roku 1992 se značka Škoda začlenila do koncernu Volkswagen. V tomto roce byl zahájen i vývoj první generace novodobé Octavie. Ta vyjela z výrobní linky v roce 1996. Na začátku roku 1998 byla Škodou představena větší a praktičtější verze Combi, která o dva roky později dostala pohon všech čtyř kol. Liftback verze na pohon všech čtyř kol musel čekat do roku 2001. Modernizace první generace proběhla v roce 2000. Decentně se jí změnil vzhled a v nabídce byla i sportovní verze RS. Octavie první generace se vyráběla až do roku 2010. Celkem se vyrobilo 1 442 126 vozů.

Dále Šmucler (2018) připomíná, že druhá generace tohoto modelu se představila roku 2004. Design vycházel z předchozí generace, ale došlo k výrazným změnám. Vůz se snažil svojí velikostí a výbavou konkurovat vozům o kategorii výše. Ve stejném roce se začala vyrábět i verze Combi. Roku 2006 byl vůz ke koupi s bohatou výbavou Laurin & Klement. V roce 2007 se dostala na trh verze Scout přizpůsobená do lehčího terénu. Octavie druhé generace se dočkala faceliftu roku 2009. Ke změnám došlo hlavně v přední části vozu. Upravená byla přední maska, světlomety a interiér působil moderněji. Celkem se vyrobilo 2 604 100 vozů druhé generace.

Ke konci roku 2012 se představila Octavie třetí generace. Ta nabízí více místa pro posádku z důvodu zvětšení celkových rozměrů vozu. Třetí generace představila facelift v lednu 2017. Rozšířen byl rozchod zadních kol. Tím došlo nejen ke zlepšení vzhledu, ale především k lepším jízdním vlastnostem. Pro třetí generaci se rozhodlo přes 2,5 milionu zákazníků, uvádí Šmucler (2018).

Valášek (2020) zmiňuje zahájení výroby čtvrté a zatím nejnovější generace tohoto modelu, která začala 28.11. 2019. Na trh byla uvedena v roce 2020.

Jako první se podle Dvořáka (2019) začala prodávat v provedení Combi. Liftback byl uveden s několikátýdenním odstupem. Škoda tím kladla důraz na praktické zaměření modelu. Octavia patří k nejprodávanějším kombíkům v Evropě. Nová Octavia se nabízí ve čtyřech variantách pohonů. V nabídce jsou spalovací motory – nafta, benzín. Dále mild-hybrid, plug-in hybrid a stačený zemní plyn (CNG).



Obrázek 7 Škoda Octavia IV. (ŠKODA AUTO a.s., 2020d)

Dle Škoda auto (2020c) je ŠKODA ENYAQ iV první čistě elektrické auto od automobilky Škoda. Vůz nabízí zcela bezemisní a dynamickou jízdu s dojezdem 537 km. Vůz je vybaven spoustou jízdních asistentů. Jedná se o praktický a pohodlný elektromobil, který je vhodný pro každodenní jízdy stejně jako vůz s konvenčním pohonem. U ENYAQ iV si zákazník může vybrat mezi dvěma varianty elektromotorů s pohonem zadních kol. U první varianty má elektromotor výkon 132 kW a u druhé 150 kW. Dále je v nabídce i varianta s pohonem všech kol. Zde se nachází elektromotor o výkonu 195 kW.



Obrázek 8 Škoda ENYAQ iV (Fdrive.cz, 2020)

3.3 Porovnání nákladů z ekonomického hlediska

Octavie čtvrté generace nabízí více variant u benzinových motorů. Do svého porovnání jsem vybral verzi s motorem 1,5 TSI. Její výkon je 110 kW. Zástupce s pohonem na LPG Octavie IV nevyrobí. Stejnou motorizaci jsem vybral pro tuto variantu. Je zde ale nutné započítat i přestavbu vozu na LPG, která je dle Žáka (2021) 43 000 Kč. Více variant motorizace nabízí také Octavie u naftových motorů. V tomto případě jsem zvolil motor 2,0 TDI, který má také výkon 110 kW. U zástupce s pohonem na CNG jsem zvolil 1,5 TGI motor s výkonem 96 kW.

Škoda ENYAQ, kterou v mém porovnání bude zastupovat elektromobil se objevuje na trhu ve více variantách. První variantou je ENYAQ iV 60 u které je spotřeba od 15,9 – 17,1 kWh/100 km. Kapacita baterie činí 62 kWh a disponuje výkonem 132kW. Tuto variantu jsem zvolil do ekonomického porovnání. Další možností je ENYAQ iV 80. Ten má kapacitu baterie o 20 kWh vyšší než předchozí a výkon 150 kW. Třetí možností je ENYAQ s pohonem na všechny čtyři kola. Kapacita baterie je 82 kWh. Výkon u tohoto modelu je 195 kW. Poslední nabízenou variantou je COUPÉ RS také s pohonem na všechny čtyři kola. Tento typ dokáže vyvinout výkon až 220 kW a kapacita baterie je zde 82 kWh.

Pro porovnání nákladů Octavie IV jsem si vybral výbavový stupeň Style. Jedná se od nadstandardní výbavu, která konkuruje ENYAQU. Pro porovnání jsem zvolil roční nájezd rodinného vozu 15 000 km a 50 000 km ročně.

Náklady, které jsou v tabulkách označeny jako pevné, mají konstantní hodnotu bez ohledu na to, kolik se s vozem najede kilometrů. Uvedené ceny vozů jsem čerpal z oficiálních ceníků Škoda auto a. s. (2022e). V tomto rozboru uvažuji, že životnost vozů je 12 let. Tudíž amortizace za jeden rok činí $1/12$ pořizovací ceny jednotlivých vozů. Ceny pojištění odpovědnosti z provozu vozidla neboli povinného ručení mně poskytnul pracovník Generali České pojišťovny a.s. Dálniční poplatky byly rozebrány v kapitole 2.3.1. Možností zřídit havarijní pojištění je v České republice velmi mnoho. Cena je závislá na pojištěných rizicích, viz. kapitola 2.4.2. Z tohoto důvodu do ročních nákladů není havarijní pojištění započítáno. Pokud bych uvedl ke všem vozům konstantní částku, náklady na kilometr by se zvýšily, ale rozdíl u nákladů na kilometr by zůstaly stejné. V porovnání nejsou uvedeny náklady na silniční daň, jelikož se nejedná o rozbor nákladů firemních vozů. Mezi další pevné náklady patří STK a emisní kontrola se kterými není v tomto srovnání počítáno. Nové vozy mají STK až po 4 letech. Stačí uhradit registrační poplatek v hodnotě 800 Kč.

Proměnlivé náklady jsou nepřímo úměrné počtu ujetých kilometrů. U pohonu na naftu se do nich započítává i spotřeba Ad Blue. Řetězec Benzina uvádí cenu 14,50 Kč/l. Spotřeba u Octavie je 0,8 až 2 l podle stylu jízdy. V tomto rozboru jsem uvažoval se spotřebou 1,4 l/100 km. V případě pohonu na naftu, benzín, a elektřinu jsem čerpal z cen, které jsou uvedeny ve vyhlášce Ministerstva práce a sociálních věcí č. 511/2021 Sb. Tyto ceny se používají při poskytování cestovních náhrad. U pohonu na CNG a LPG byla použita průměrná cena za rok 2021.

V mém porovnání jsem u Octavia IV na benzín uvažoval s kombinovanou spotřebou 5,9 l/100 km a cenou za litr 37,1 Kč. U Octavie IV poháněné naftou jsem počítal se spotřebou 4,5 l/100 km a cenou 36,1 Kč/l. V případě elektrického ENYAQU je uvedena spotřeba 17,1 kWh/100 km a cena za 6 Kč/kWh. Octavie na CNG má spotřebu 5,8 m³/km. Abych dostal spotřebu v kilogramech na 100 km, vydělil jsem spotřebu číslem 1,4. V roce 2021 byla průměrná cena CNG 33,50 Kč/kg. Průměrná cena u LPG byla v roce 2021 14,50 Kč/m³. Uvedenou spotřebu jsem vynásobil číslem 1,2. Vůz s pohonem na LPG má totiž zpravidla o 20 % větší spotřebu než vůz na benzín.

U servisu včetně opotřebování pneumatik je kalkulována 1 Kč za ujetý kilometr u vozů s pohonem na naftu, LPG a CNG. U vozu s pohonem na benzín je počítáno s 0,75 Kč/km. V případě elektromobilu je z důvodů jednodušší konstrukce počítáno s částkou 0,50 Kč/km.

Tabulka 9 Náklady při nájezdu 15 000 km

Nájezd 15 000 km/rok	Octavia IV benzín 1,5 TSI Style	Octavia IV nafta 2,0 TDI Style	Octavia IV LPG 1,5 TSI Style	Octavia IV CNG 1,5 TGI Style	ENYAQ el.pohon iV 60
Náklady					
pevné náklady [Kč]					
cena nového vozu	689900,00	739900,00	689900,00	699900,00	1124900,00
amortizace vozu 1 rok	57491,67	61658,33	57491,67	58325,00	93741,67
povinné ručení	3200,00	4300,00	3200,00	3200,00	3200,00
přestavba na LPG	0,00	0,00	43000,00	0,00	0,00
dálniční známka	1500,00	1500,00	1500,00	750,00	0,00
havarijní pojištění	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
daň silniční	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
proměnlivé náklady [Kč]					
ad blue	0,00	304,50	0,00	0,00	0,00
výdaje za palivo 1 rok	32833,50	24367,50	15399,00	20817,86	15390,00
servis, pneu	11250,00	15000,00	15000,00	15000,00	7500,00
celkem	106275,17	107130,33	135590,67	98092,86	119831,67
Náklady [Kč/km]	7,09	7,14	9,04	6,54	7,99

Zdroj: autor, Škoda auto a.s. (2022e)

Nejnižší náklady při nájezdu 15 000 za rok po započítání pevných a proměnlivých nákladů, jak je uvedeno v tabulce 8. vyšly pro vůz s pohonem na CNG. Náklady na kilometr činí 6,54 Kč. Druhé nejnižší náklady měl benzínový automobil, které jsou 7,09 Kč/km. Naftové vozidlo má náklady 7,14 Kč/km. Z důvodu vysoké pořizovací ceny vyšel elektromobil jako druhý nejméně výhodný s cenou 7,99 Kč/km. Ekonomičnost vozu s pohonem na LPG se z důvodu nízkého nájezdu kilometrů a nákladů na přestavbu v tomto případě neprojevila. Náklady na jeden kilometr činí 9,04 Kč.

Pro srovnání, jak se změní náklady na kilometr při větším nájezdu uvádím tabulku 10. V této tabulce srovnávám stejné typy automobilů jako v tabulce 9. Je zde použit i stejný princip rozpočítání nákladů.

Tabulka 10 Náklady při nájezdu 50 000 km

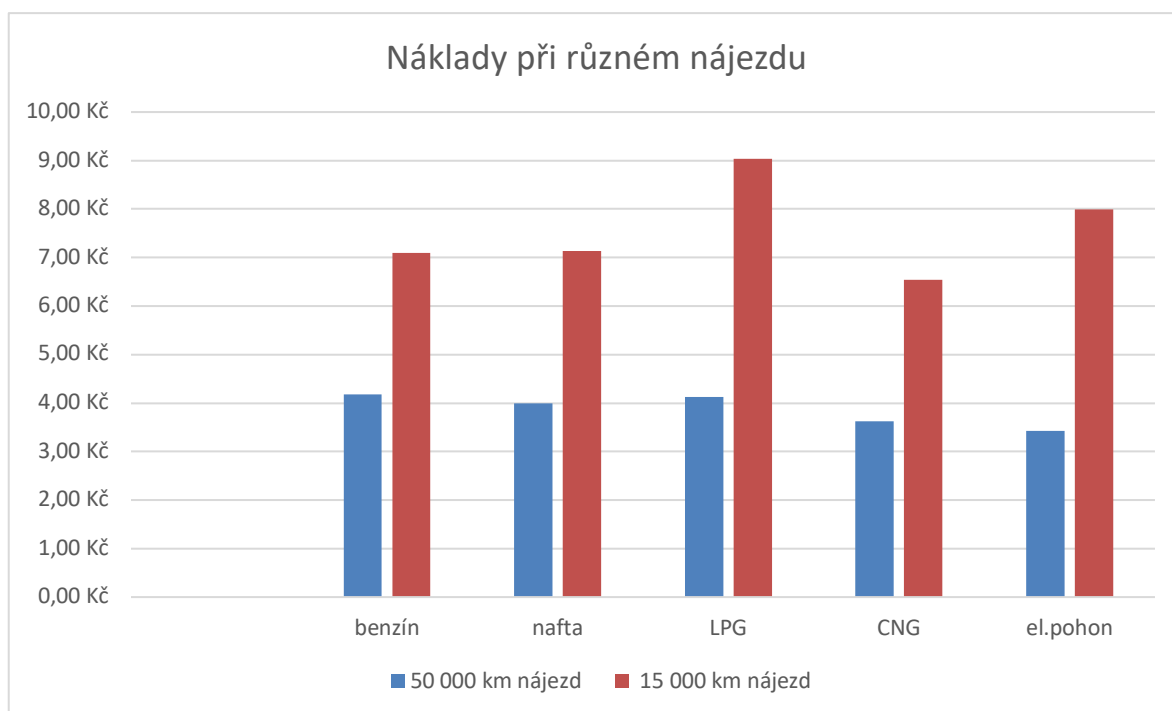
Nájezd 50 000 km/rok	Octavia IV benzín 1,5 TSI Style	Octavia IV nafta 2,0 TDI Style	Octavia IV LPG 1,5 TSI Style	Octavia IV CNG 1,5 TGI Style	ENYAQ el.pohon iV 60
Náklady					
pevné náklady [Kč]					
cena nového vozu	689900,00	739900,00	689900,00	699900,00	1124900,00
amortizace vozu 1 rok	57491,67	61658,33	57491,67	58325,00	93741,67
povinné ručení	3200,00	4300,00	3200,00	3200,00	3200,00
přestavba na LPG	0,00	0,00	43000,00	0,00	0,00
dálniční známka	1500,00	1500,00	1500,00	750,00	0,00
havarijní pojištění	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
daň silniční	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
proměnlivé náklady [Kč]					
ad blue	0,00	1015,00	0,00	0,00	0,00
výdaje za palivo 1 rok	109445,00	81225,00	51330,00	69392,86	51300,00
servis, pneu	37500,00	50000,00	50000,00	50000,00	25000,00
celkem	209136,67	199698,33	206521,67	181667,86	173241,67
Náklady [Kč/km]	4,18	3,99	4,13	3,63	3,46

Zdroj: autor, Škoda auto a.s. (2022e)

Nejnižší náklady 3,46 Kč/km při nájezdu 50 000 za rok vyšly pro elektromobil ENYAQ. Druhé nejnižší náklady měl automobil poháněný CNG v hodnotě 3,63 Kč/km. Naftové vozidlo má náklady 3,99 Kč/km. Octavia na LPG měla náklady 4,13 Kč/km. Nejvyšší náklady 4,18 Kč/km se projeví u benzinového automobilu.

Z tabulek 9 a 10 je zřejmé, že náklady na ujetý kilometr se výrazně snižují s vyšším počtem ujetých kilometrů. Zatímco při nájezdu 15 000 km měl nejnižší náklady pohon na CNG, tak při nájezdu 50 000 km měl nejnižší náklady pohon elektrický. Nejvyšší náklady při nájezdu 15 000 km vycházely u pohonu na LPG. Nejdražší provoz při nájezdu 50 000 km má automobil s pohonem na benzín. Přestavba u vozu na LPG se při tomto nájezdu již začíná vyplácet.

Obrázek 9 graficky znázorňuje náklady při různém nájezdu.



Obrázek 9 Náklady při různém nájezdu

ZÁVĚR

Bakalářská práce měla zanalyzovat ekonomickou náročnost jednotlivých druhů pohonů. V úvodní části jsem se zabýval vývojem automobilismu včetně vývoje jednotlivých způsobů pohonů. V druhé části jsem se podrobně věnoval nákladům souvisejícím s provozem osobních automobilů, jsou zde uvedeny v obecné rovině náklady, se kterými musí majitel nebo provozovatel vozu počítat. Tyto náklady byly následně konkrétně použity v třetí části, kdy jednotlivé náklady byly přiřazeny dle druhu pohonu vozidla.

Práce byla psána v době, kdy se automobilový průmysl potýká s velkými problémy. Začátek pandemie Covid-19 ukázal, jak je globální ekonomika křehká. Výrobci nemají dostatečně diverzifikovány své dodavatelské řetězce. Jakmile jeden z dodavatelů není schopen dodat potřebné součástky, dochází k výpadkům výroby, termín dodání vozu nejsou prodejci schopni dodržet, čekací lhůty se prodlužují. Dalším problémem je zdražování vozů.

Kvůli válce na Ukrajině chybí dodávky kabelových svazků, pořád jsou narušeny dodávky čipů. Poptávka převyšuje výrobní možnosti automobilek.

Velkým tématem poslední doby je cena pohonných hmot. Kvůli vpádu Ruska na Ukrajinu výrazně zdražila ropa a zároveň oslabila koruna vůči dolaru. Ceny benzínu a nafty vystoupaly v březnu letošního roku na své maximum. V důsledku toho poslanci projednali snížení spotřební daně z pohonných hmot a zrušení povinného přimíchávání biosložky, tato opatření by měla cenu nafty a benzínu snížit. Došlo také k navýšení cen elektrické energie i plynu. Ve své práci jsem pracoval s cenami roku 2021, tudíž je jasné že náklady na kilometr za rok 2022 budou vyšší.

Další vývoj osobních vozů spočívá dle mého názoru v zaměření na elektromobilitu a ostatní alternativní zdroje. Kvůli válečnému konfliktu je tlak na ekologičtější provoz nižší. Nicméně ekologické pohony budou postupně spalovací motory vytlačovat.

POUŽITÁ LITERATURA

Aktuálně.cz, 2020. Zelená karta mění barvu. *Aktuálně.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-08] Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/doprava/zelena-karta-meni-barvu-doklad-opovinnem-ruceni-bude-nove-v/r~77f4f2909b4211ea8b230cc47ab5f122/>

Auto.cz, 2021. Řešíte STK? Kompletní přehled, který vám pomůže. *Auto.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-3]

Autokšeft.cz, 2022. Základní kategorie vozidel. *Autokšeft.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-08] Dostupné z: <https://www.autokseft.cz/Info/Zakladni-kategorie-vozidel-74>

Autoslužby Janoušek, 2016. Základní a obecné dotazy. *Autoslužby Janoušek.cz* [Online]. [Citace. 2022-02-24] Dostupné z: <https://www.autoslužbyjanousek.cz/servis-motorovych-vozidel/prestavby-vozidel-na-e85/info/55-problematika-ethanolu-e85>

Autotrip.cz, 2021. Elektronická dálniční známka Česká republika 2022. *Autotrip.cz* [Online]. [Citace. 2022-03-31] Dostupné z: <https://autotrip.cz/dalnicni-znamka-ceska-republika/>

Bartáček, Petr, 2021. Pozor, do Česka se blíží palivo E10! *Auto.CZ* [Online]. [Citace. 2022-01-14] Dostupné z: <https://www.auto.cz/pozor-do-ceska-se-blizi-palivo-e10-co-na-to-starsimotory-138953>

Biskup, Pavel, 2004. Auta a jejich třídy. Kdo je kdo? *idnes.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-08] Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/auta-a-jejich-tridy-kdo-je-kdo.A041025_172955_automoto_fdv

Bosh, Robert, 2018. Přestavba na ethanol 85. *Fedor auto* [Online]. [Citace. 2022-02-24] Dostupné z: <https://www.fedorauto.cz/prestavba-e85.html>

Bureš, Michal, 2021. Kolik odevedete na daních při tankování nafty, benzínu, CNG či LPG? *Finance.cz* [Online]. [Citace. 2022-01-14] Dostupné z: <https://www.finance.cz/535911-snizeni-spotrebni-dane-u-nafty/>

Březinová, Jana, 2019a. Na kolik vyjde přestavba automobilu na LPG? *Plyn.cz* [Online]. [Citace. 2022-01-09] Dostupné z: <https://www.plyn.cz/prestavba-auta-na-lpg>

Březinová, Jana, 2022b. Kolik stojí nabíjení elektromobilů? *Elektrina.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-20] Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektromobilu>

Cebia.cz, 2021. Registr vozidel. *Cebia.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-03] Dostupné z: <https://www.cebia.cz/pruvodce/registr-vozidel-102>

CNG.cz, 2022. Vývoj cen PHM. *CNG.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-25] Dostupné z: <https://www.cng.cz/ceny/vyvoj-cen-phm>

CNG4you.cz, 2020. Bezpečnost a parkování. *CNG4you.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-16] Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/stanice/bezpecnost-a-parkovani.html>

Červenka, Jiří, 2014. Třídní boj: jak se dělí auta do tříd. *Autorevue.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-08] Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/tridni-boj-jak-se-deli-auta-do-trid>

Čermák, Ladislav, 2022. Na elektřinu, plyn nebo klasická paliva ? Provoz jakého auta je nejvýhodnější. *Fdrive.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-18] Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/na-elektřinu-plyn-nebo-klasicka-paliva-provoz-jakeho-auta-je-nejvyhodnejsi-8398>

ČESKO, 1993. *Zákon č. 16/1993 Sb., Zákon České národní rady o dani silniční.* [Online]. [Citace. 2022-03-25] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-16#p4>

Český statistický úřad, 2022. Ceny pohonných hmot od roku 2001. *Český statistický úřad* [Online]. [Citace. 2022-02-24] Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceny-pohonnych-hmot-od-roku>

Dokoupil, Michal, 2021. Čeká nás elektřina z hadice? *Svět motorů.* Roč. 75, č. 3236, s. 7-8 ISSN 0039-7016

Dusil, Tomáš, 2019. Přestavba vozidel na CNG. *Auto.CZ* [Online]. [Citace. 2022-01-09] Dostupné z: <https://www.auto.cz/prestavby-vozidel-na-cng-proc-jsou-mene-popularni-kdyz-davaji-smysl-129215>

Dvořák, František, 2019. Nejdůležitější škodovka startuje. *iDnes.cz* [Online]. [Citace. 2022-05-01] Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/skoda-octavia-premiera-veletrzni-palac-galerie-ctvrta-generace.A191111_123112_automoto_fdv

Edalnice.cz, 2022a. Kontrola a pokuty. *Edalnice.cz* [Online]. [Citace. 2022-03-31] Dostupné z: <https://edalnice.cz/index.html#/validation>

Edalnice.cz, 2022b. Osvobozená vozidla. *Edalnice.cz* [Online]. [Citace. 2022-03-30] Dostupné z: <https://edalnice.cz/osvobozeni/index.html>

Edalnice.cz, 2022c. Osvobozená vozidla. *Edalnice.cz* [Online]. [Citace. 2022-03-30] Dostupné z: <https://edalnice.cz/kde-plati/index.html>

Eurowag, 2021. Přihlášení auta: Co budete potřebovat a kolik vás to bude stát? *Eurowag.com* [Online]. [Citace. 2022-04-04] Dostupné z: <https://www.eurowag.com/cs/spolecnost/blog/prihlaseni-auta-co-budete-potrebovat-a-kolik-vas-to-bude-stat>

Fdrive.cz, 2020. Škoda ENYAQ 2020. *Fdrive.cz* [Online]. [Citace. 2022-05-02] Dostupné z: <https://fdrive.cz/katalog/skoda-enyaq-2020/>

Hrbáček, Jan, 2022. Vývoj ceny elektřiny na německé burze nabírá příznivější směr. *Ekonomickydenik.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-19] Dostupné z: <https://ekonomickydenik.cz/jsme-z-nejhorsiho-venku-vyvoj-ceny-elekriny-na-nemecke-burze-nabira-priznivejsi-smer-na-nizsi-platby-si-ale-jeste-pockame/>

Hromádko, Jan, 2012. Speciální spalovací motory a alternativní pohony. *Praha: Grada publishing, a.s.* ISBN 978-80-247-4455-1

Jánský, Martin, 2019a. Pomůžeme vám vyznat se v moderních pohonech. *Garáž.cz* [Online]. [Citace. 2022-01-12] Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/pomuzeme-vam-vyznat-se-v-modernich-pohonech-21002303>

Jánský, Martin, 2020b. Škoda vyrobila již 7 milionu Octavií. *Garáž.cz* [Online]. [Citace. 2022-05-07] Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/skoda-vyrobila-jiz-7-milionu-octavii-21003497>

Káňa, Leoš, 2021. Hlavně do zásuvky! *Svět motorů*. Roč. 75, č. 3260, s. 8 ISSN 0039-7016

Král motorů, 2016. Co je zážehový motor. *Král motorů* [Online]. [Citace. 2022-01-06] Dostupné z: <https://kralmotoru.cz/media/co-je-zazehovy-motor>

Kroupa, Václav a Radan Panáček, 2001. Alkoholová paliva pro udržitelnou dopravu. *Praha: Technologické centrum AV ČR* ISBN 80-902689-3-5

Kurzy.cz, 2022. Elektřina – ceny a grafy elektřiny. *Kurzy.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-20] Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektřiny-graf-vyvoje-ceny/>

Macurová, Anna, 2021. AdBlue: O co jde a jak se doplňuje? *Autotrip.cz* [Online]. [Citace. 2022-01-18] Dostupné z: <https://autotrip.cz/vse-nevedeli-od-adblue-pouziti/>

Matějovský, Vladimír, 2005. Automobilová paliva. *Praha: Grada publishing, a.s.* ISBN 80-247-0350-5

mBenzin.cz, 2022. Průměrné ceny benzínu, nafty a LPG po měsících v roce 2021. *mBenzin.cz* [Online]. [Citace. 2022-04-20] Dostupné z: https://www.mbenzin.cz/Clanky/Prumerne-ceny-benzinu-nafty-a-LPG-po-mesicich-v-roce-2021-podle-mBenzincz-A_7457

Michálik, Miro, 2018. Filtry pevných částic se stěhují do benzinových motorů. *Autorevue.cz* [Online]. [Citace.2022-04-11] Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/filtry-pevnych-castic-se-stehuji-do-benzinovych-motoru-jsou-strasakem>

Modul Servis s.r.o., 2021. Co kryje havarijní pojištění. *Modulservis.cz* [Online]. [Citace.2022-04-08] Dostupné z: <https://www.modulservis.cz/2020/05/28/co-kryje-havarijni-pojisteni/>

Octavia club.cz, 2022. Kolik stojí STK? (+emise 2022). *Octaviaclub.cz* [Online]. [Citace.2022-03-11] Dostupné z: <https://octaviaclub.cz/kolik-stoji-stk/>

Porovnej24.cz, 2022. Kolik stojí dobítí elektromobilu? *Porovnej.cz* [Online]. [Citace.2022-04-18] Dostupné z: <https://www.porovnej24.cz/clanky/kolik-stoji-dobiti-elektromobilu>

Pavel, Lukáš, 2022. Orientační cena STK + emise – kolik nás stojí pravidelná technická kontrola? *RidimAuto.cz* [Online]. [Citace.2022-04-1] Dostupné z: <https://www.ridimauto.cz/orientacni-cena-stk/>

Pultzner, Martin, 2018. Jak nabít elektromobil? *fdrive.cz* [Online]. [Citace.2022-04-20] Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-nabit-elektromobil-vysvetlujeme-rozdily-mezi-nabijecimi-stanicemi-3069>

Russová, Anina, 2021. Parkování v garážích autům na LPG zakazují sami majitelé garáží. *Auto-mania.cz* [Online]. [Citace.2022-04-24] Dostupné z: <https://auto-mania.cz/s-nekterymi-plynovymi-auty-do-garazi-smite-jina-maji-vjezd-prisne-zakazan-i-presto-ze-zakon-jim-vychazi-vstric/>

Rutteová, Lenka, 2021. Co kryje povinné ručení a na co se vztahuje. *Hyperfinance.cz* [Online]. [Citace.2022-04-08] Dostupné z: <https://www.hyperfinance.cz/magazin/co-kryje-povinne-ruceni-a-na-co-se-nevztahuje/>

Spzsluzby.cz, 2020. Správní poplatky registr vozidel. *Spzsluzby.cz* [Online]. [Citace.2022-04-07] Dostupné z: <https://spzsluzby.cz/registr-vozidel-zakladni-spravni-poplatky/>

ŠKODA AUTO a.s., 2018a. Jak funguje elektrický motor? *ŠKODA AUTO a.s.* [Online]. [Citace.2022-01-11] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/e-mobilita-cs/jak-funguje-elektricky-motor-10-otazek-a-odpovedi/>

ŠKODA AUTO a.s., 2019b. Historie: 60 let vozu Škoda Octavia. *ŠKODA AUTO a.s.* [Online]. [Citace.2022-05-1] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-mapy/skoda-octavia-tiskova-mapa/historie-60-let-vozu-skoda-octavia/>

ŠKODA AUTO a.s., 2020c. Představení modelu. *ŠKODA AUTO a.s.* [Online]. [Citace.2022-05-1] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-mapy/skoda-octavia-tiskova-mapa/historie-60-let-vozu-skoda-octavia/>

ŠKODA AUTO a.s., 2020d. Nová ŠKODA OCTAVIA. *ŠKODA AUTO a.s.* [Online]. [Citace.2022-05-2] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/nova-skoda-octavia-v-inteligentnim-materialovem-konceptu-karoserie-se-snoubi-vysoka-pevnost-s-nizkou-hmotnosti/>

ŠKODA AUTO a.s., 2022e. Ceník Škoda Octavia. *ŠKODA AUTO a.s.* [Online]. [Citace.2022-05-8] Dostupné z: https://www.skoda-auto.cz/_doc/22e810a3-531e-4715-8a9c-76192b50232a

Šmucler, Jan, 2018. Škoda Octavia aneb jak šel čas. *Smucler.cz* [Online]. [Citace.2022-05-1] Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/skoda-octavia-aneb-jak-sel-cas-273.html>

Špina, Martin, 2021. Akumulátory a pohonné systémy elektrických vozidel. *O energetice.cz* [Online]. [Citace.2022-01-11] Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektromobilita/akumulatory-a-pohonne-systemy-elektricky-vozidel-ev-1-dil>

Štuková, Karolína, 2022. Stát zaplatí podnikatelům část elektromobilu. *Seznam zprávy* [Online]. [Citace.2022-01-011] Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-byznys-doprava-stat-zaplati-podnikatelum-cast-elektromobilu-spusti-nove-dotace>

TipCars, 2015. Motory a zase jen motory. *TipCars* [Online]. [Citace. 2022-01-04] Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/motory-a-zase-jen-motory-historie-ve-znameni-benzinu-a-nafty-6-dil.html>.

Top-pojištění.cz, 2022. Co je povinné ručení. *Top pojisteni.cz* [Online]. [Citace.2022-01-11] Dostupné z: <https://www.top-pojisteni.cz/povinne-ruceni/co-je-povinne-ruceni>

Vaculík, Martin, 2020a. Kvalita už není problém. *Svět motorů*. Roč. 74, č. 3225, s. 7-8 ISSN 0039-7016

Vaculík, Martin, 2021b. Rozhovor s odborníkem na LPG. *Auto.cz* [Online]. [Citace.2022-04-26] Dostupné z: <https://www.auto.cz/rozhovor-s-odbornikem-na-lpg-ivan-indracek-lpg-bude-vzdy-za-pulku-benzinu-141476>

Valášek, Dominik, 2020. Škoda rozjela výrobu nové Octavie čtvrté generace. *Garáž.cz* [Online]. [Citace.2022-05-01] Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/skoda-rozjela-vyrobu-nove-octavie-ctvrte-generace-21003012>

Vejvoda, Josef, 2022. Přihlášení vozidla, prepis auta, odhlášení vozidla – jak na to. *Yespojisteni.cz* [Online]. [Citace.2022-01-11] Dostupné z: <https://www.yespojisteni.cz/prihlaseni-vozidla-prepis-auta-odhlaseni-vozidla/>

Vlk, František, 2004. Alternativní pohony motorových vozidel. *Brno: Nakladatelství*. ISBN 80-239-1602-5

Žák, Dalibor, 2021. Škoda Octavia 1,5 TSI na LPG. *Garáž.cz* [Online]. [Citace.2022-05-04] Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/servis-prave-testujeme-skoda-octavia-combi-1-5-tsi-na-lpg-21007373>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Podíl hybridů na registracích v ČR.....	20
Tabulka 2	Roční sazby daně pro osobní automobily	25
Tabulka 3	Vybrané správní poplatky registru vozidel	32
Tabulka 4	Medián cen STK pro osobní automobily v roce 2022	34
Tabulka 5	Ceník dobíjecích stanic – ČEZ	40
Tabulka 6	Ceník dobíjecích stanic – E.ON.....	40
Tabulka 7	Ceník dobíjecích stanic – PRE.....	41
Tabulka 8	Shrnutí poplatků u jednotlivých druhů pohonů	43
Tabulka 9	Náklady při nájezdu 15 000 km	48
Tabulka 10	Náklady při nájezdu 50 000 km	49

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Osobní vozidla v ČR dle paliv	10
Obrázek 2	Vůz poháněn výbušným motorem	15
Obrázek 3	Dálniční zpoplatněné úseky	27
Obrázek 4	Vývoj ceny Natural 95 od roku 2010 do roku 2022	36
Obrázek 5	Vývoj ceny nafty od roku 2010 do 2022	37
Obrázek 6	Vývoj ceny elektřiny v průběhu roku 2021	38
Obrázek 7	Škoda Octavia IV.	45
Obrázek 8	Škoda ENYAQ iV.....	46
Obrázek 9	Náklady při různém nájezdu	50

SEZNAM ZKRATEK

A	Ampér
AC	Alternate Current Střídavý proud
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečného zboží
BMW	Bayerische Motoren Werke Bavorské Motorové Závody
CNG	Compressed Natural Gas Stlačený zemní plyn
CO ₂	Oxid uhličitý
COVID-19	Coronavirus disease 2019
ČEZ	České Energetické Závody
ČR	Česká republika
DC	Direct Current Střídavý proud
DPF	Diesel Particulate Filter Filtr pevných částic
DPH	Daň z přidané hodnoty
ETBE	Ethyltercbutylether
HPC	High Power Charging Nabíjecí konektor s vysokým výkonem
kWh	Kilowatthodina
Kč	Koruna česká
Kg	Kilogram
km	Kilometr
LNG	Liquefied Natural Gas Zkapalněný zemní plyn
LPG	Liquefied Petroleum Gas Zkapalněný ropný plyn

PRE	Pražská energetika
QR	Quick Response Rychlá reakce
RFID	Radio Frequency Identification Identifikace na rádiové frekvenci
RS	Rallye Speciál Označení výkonnější verze typu vozu
STK	Stanice Technické Kontroly
TDI	Turbocharged Direct Injection Motor s přímým vstřikováním paliva s turbodmychadlem
TGI	Turbo Gas Injection Motor s přímým vstřikování zemního plynu
TP	Technická prohlídka
TSI	Twincharged Stratified Injection Benzínový motor s technologií přímého vstřikování paliva
USA	United States of America Spojené státy americké
V	Volt
ZTP	Zvlášť těžké postižení

SEZNAM PŘÍLOH

