

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

MOTORISTICKÉ DILEMY

BAKALÁRSKA PRÁCA

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



MOTORISTICKÉ DILEMY

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Ekonomická a finančná matematika
Študijný odbor: 1114 Aplikovaná matematika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci práce: Dr. Zuzana Chladná



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Patrik Žatko
Študijný program: ekonomická a finančná matematika (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: 9.1.9. aplikovaná matematika
Typ záverečnej práce: bakalárska
Jazyk záverečnej práce: slovenský

Názov: Motoristické dilemy

Cieľ: Práca by mala ponúknuť odpovede na niektoré, medzi motoristami často diskutované otázky (napr. kedy a aké nové auto kúpiť, diesel či benzín, hybridné autá-alternatíva do budúcnosti?) z ekonomického hľadiska. Okrem štandardnej analýzy nákladov (metódy a postupy známe z predmetu Podnikové financie) by súčasťou práce bola aj analýza citlivosti vzhľadom na predpokladaný vývoj cien pohonných hmôt.

Vedúci: RNDr. Zuzana Chladná, PhD.
Katedra: FMFI.KAMŠ - Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci katedry: prof. RNDr. Daniel Ševčovič, CSc.
Dátum zadania: 10.10.2012

Dátum schválenia: 03.11.2012
doc. RNDr. Margaréta Halická, CSc.
garant študijného programu

študent

vedúci práce

Pod'akovanie Týmto spôsobom sa chcem poďakovať vedúcej bakalárskej práce Dr. Zuzane Chladnej za množstvo času, ktoré mi venovala pri konzultáciách. Ďakujem za mnohé návrhy, pripomienky a odborné vedenie, ktoré mi pomohli pri písaní tejto práce. Takisto ďakujem aj rodičom za finančnú a morálnu podporu, ktorú mi poskytujú počas celej doby štúdia.

Abstrakt v štátnom jazyku

ŽATKO, Patrik: Motoristické dilemy [Bakalárska práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky; školiteľ: Dr. Zuzana Chladná, Bratislava, 2013, 49 s.

V tejto práci sme z finančného hľadiska porovnávali benzínové a dieselové automobily. Použili sme metódu ohodnocovania pomocou diskontovaných peňažných tokov a určili hodnotu priamych nákladov spojených s kúpou a prevádzkou vybraných vozidiel. V našej analýze sme rozlíšili dva typy užívateľov a štyri kategórie automobilov. Zostavili sme model pre konštantný, rastúci a náhodný vývoj cien pohonných hmôt. Analyticky sme vyjadrili kritickú hodnotu ročne najazdených kilometrov, pri ktorých sa náklady pre benzínové automobily rovnajú nákladom pre dieselové automobily. Nakoniec sme sa zaoberali problémom majiteľa benzínového automobilu, ktorý sa raz za štyri roky rozhoduje, či vymení benzínový automobil za hybridný. Naša práca poskytuje praktickú informáciu pre potenciálnych kupcov nových vozidiel, rozhodujúcich sa medzi benzínovým, dieselovým alebo hybridným automobилоm.

Kľúčové slová: benzínový automobil, dieselový automobil, čistá súčasná hodnota

Abstract

ŽATKO, Patrik: Motoring Dilemmas [Bachelor Thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics; Supervisor: Dr. Zuzana Chladná, Bratislava, 2013, 49p.

In this work we compare petrol and diesel cars from financial point of view. We apply the discounted cash flow valuation method and evaluate direct costs associated with buying and operating of selected vehicles. Two types of users and four categories of vehicles are distinguished in our analysis. We compile a model for constant, increasing, and stochastic fuel price development. We analytically express the critical yearly kilometrage, under which petrol car costs equal to those of a diesel car. Finally, we analyse a problem of the petrol car owner who once in four years decides whether to replace his car by a hybrid one. Our study provides practical information for potential buyers of new vehicles deciding among petrol, diesel or hybrid car.

Keywords: Petrol Car, Diesel Car, Net Present Value

Obsah

Úvod	9
1 Základné pojmy	11
1.1 Súčasná hodnota	11
1.2 Čistá súčasná hodnota	11
2 Vstupné údaje	13
2.1 Dáta	13
2.1.1 Pohonné hmoty	13
2.1.2 Obstarávacie ceny automobilov	14
2.1.3 Spotreba automobilov	16
2.2 Registračné poplatky	17
2.3 Užívatelia	18
2.4 Mediánový reprezentant	19
3 Analýza pri konštantných cenách	20
3.1 Model	20
3.2 Rodina	21
3.3 Biznismen	22
3.4 Kritické hodnoty	23
3.4.1 Zmena pomeru cien pohonných hmôt	26
4 Analýza pri nekonštantných cenách	30
4.1 Model	30
4.2 Rodina	30
4.3 Biznismen	32
4.4 Predpoklad nekonštantnosti cien paliva	32
4.5 Kritické hodnoty	33
4.6 Hybrid vs benzín	34
Záver	40
Zoznam použitej literatúry	43

Príloha

44

Úvod

Medzi motoristami je často rozoberanou otázkou, či sa z ekonomického hľadiska oplatí kúpiť si automobil jazdiaci na benzín alebo na naftu. Odpoveď na túto dilemu sa nedá jednoznačne určiť bez podrobnejšieho preskúmania danej problematiky. Zatiaľ, čo niektorí užívatelia dieselových motorov vyzdvihujú nižšie ceny nafty oproti vyššej cene benzínu, iní upozorňujú na vyššiu obstarávaciu cenu a drahší servis pre dieselový variant vozidiel. Pre tento typ automobilov sa ukazuje ako problém jazda za studena, keď sa motor nestihne zahriať na optimálnu teplotu a tým dochádza k vyššiemu opotrebeniu pohyblivých častí motora. Na druhej strane benzínové automobily požadujú nižšiu počiatočnú investíciu na kúpu vozidla, majú lepšie jazdné vlastnosti, rýchlejšie sa zahrejú, a preto nie sú náchylné na studené štarty. Proti nim však stojí vyššia cena paliva.

Táto téma bola na jednoduchej úrovni mnohokrát spracovaná v rôznych printových a internetových motoristických médiách. Výpočty, ktoré poskytovali spomenuté médiá nezohľadňovali časové hľadisko cien pohonných hmôt. Využívali sa v nich konštantné ceny pohonných hmôt v čase, ktoré v skutočnosti v posledných rokoch rástli značným tempom. Vývoj ceny paliva v čase nie je zanedbateľný faktor, keďže práve náklady na pohonné hmoty predstavujú vysokú čiastku investovanú do prevádzky automobilu a zmena cien môže značne ovplyvniť, koľko financií vynaložíme na chod automobilu. V našich výpočtoch sme namodelovali ceny benzínu a nafty do budúcnosti a tieto údaje sme využili v zostavených modeloch.

Cieľom tejto práce bolo z hľadiska nákladov porovnať vybrané automobily pre dve kategórie užívateľov s ohľadom na súčasnú hodnotu peňazí. Očakávali sme, že v dôsledku spravidla vyššej obstarávacej ceny, ale nižšej spotreby, dochádza po dostatočne veľkom množstve ročne najjazdených kilometrov k finančnej výhodnosti dieselových automobilov. Do analýz sme zahrnuli aj hybridné automobily, ktoré väčšinou požadujú vyššiu počiatočnú investíciu, no menšie prevádzkové náklady. Takisto sme očakávali, že po určitom počte najjazdených kilometrov budú tieto vozidlá finančne výhodnejšie ako automobily využívajúce na pohon iba benzín.

Bakalársku prácu sme rozdelili na štyri kapitoly. V kapitole 1 sme na základe [2] a [6] vysvetlili princíp ohodnocovania pomocou metódy čistej súčasnej hodnoty, ktorý

sme využívali v priebehu celej práce. V druhej kapitole sme pre každého z dvoch nami zvolených užívateľov vybrali štyri kategórie automobilov, čo sa týka veľkosti, prípadne komfortu automobilu. Podrobnejšie sme tu vysvetlili, z akých dát sme vychádzali. V snahe zovšeobecniť výsledky práce na jednotlivé kategórie sme pre každú kategóriu vybrali takzvané reprezentatívne vozidlá. Takéto vozidlá sme zostavili z mediánových hodnôt jednotlivých súborov dát. Tretia kapitola poskytuje analýzu nákladov v prípade konštantných cien pohonných hmôt, čo znamená, že sme predpokladali, že ceny benzínu a nafty zostali nezmenené počas sledovaného obdobia. V každej kategórii sme pre oboch užívateľov určili, ktorý typ vozidla, benzínový alebo dieselový, je finančne výhodnejší. Ďalej sme vypočítali kritické hodnoty počtu kilometrov najazdených za rok, pri ktorých dochádza k finančnej výhodnosti dieselového automobilu. Takisto sme sa pozreli na situáciu, kedy sa mení pomer cien pohonných hmôt. Kapitola 4 poskytuje podobné analýzy ako kapitola 3 s tým rozdielom, že ceny pohonných hmôt sa vyvíjali v čase. Tieto ceny sme namodelovali do budúcnosti s využitím poznatkov z [3] a [4]. Ďalej sme sa zaoberali alternatívnou voľbou v podobe hybridných automobilov. V štvorročných intervaloch sme analyzovali, či je výhodné predať benzínový automobil a kúpiť si nový hybridný automobil alebo si ho ponechať až po dobu jeho životnosti.

1 Základné pojmy

V tejto kapitole si vysvetlíme niektoré základné pojmy ako napríklad súčasná hodnota, čistá súčasná hodnota, či diskontný faktor, ktoré sme používali v priebehu celej práce. Zdrojom informácií pre túto kapitolu nám bolo [2] a [6].

1.1 Súčasná hodnota

Predstavme si situáciu, v ktorej by sme sa mali rozhodnúť, či príjmem 100 € dnes, alebo 105 € o rok. Voľba sa zdá byť na prvý pohľad jasná, keďže 105 € je viac ako 100 €. V skutočnosti to také jednoduché nie je, pretože sme nezohľadnili časovú hodnotu peňazí. Ak by sme si vybrali 100 € dnes, tak ich môžeme investovať tak, aby nám ihneď začali zarábať úroky. Ak R je ročný úrok, ktorý by sme si zistili v banke, že má v našom prípade hodnotu 10 %, tak o rok bude mať naša investícia hodnotu $100 \times (1 + R)$. Z toho vyplýva, že súčasná hodnota (present value) 105 €, ktoré by sme dostali o rok je $105 \text{ €} / (1 + 0,1) = 95,45 \text{ €}$. V druhej kapitole v knihe [2], je súčasná hodnota definovaná ako

$$\text{Súčasná hodnota(PV)} = \text{diskontný faktor} \times C_1,$$

kde C_1 je peňažný tok v čase T_1 . Diskontný faktor definujeme ako

$$\text{diskontný faktor} = \frac{1}{1 + r},$$

kde r je diskontná miera, ktorá odráža hodnotu peňazí vyplácaných v čase T_1 . Hodnota tohto zlomku je menšia ako 1. Ak by bol diskontný faktor väčší ako 1, tak by bola hodnota peňazí dnes menšia ako hodnota peňazí v budúcnosti. Zjednodušene, dolár dnes má väčšiu hodnotu, ako dolár zajtra. Toto je jeden zo základných princípov financií.

Pri našom rozhodovaní, či vziať 100 € dnes alebo 105 € o rok, by sme si vybrali prvú možnosť, keďže súčasná hodnota 105 €, ktoré by sme dostali o rok je 95,45 €.

1.2 Čistá súčasná hodnota

Problematika investičného rozhodovania rozoberaná v tejto časti je spracovaná v kapitole štyri v knihe [6]. Princíp čistej súčasnej hodnoty (NPV) spočíva v diskontovaní všetkých peňažných tokov do počiatočného času, času nula. Sčítajú sa všetky náklady a

výnosy investície a v prípade, že táto hodnota výjde kladná, tak pravidlo hovorí, že by sme mali do projektu investovať. Súčasnú hodnotu peňažných tokov môžeme vyjadriť ako:

$$\text{NPV} = -C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_N}{(1+r)^N} = -C_0 + \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{(1+r)^i},$$

kde r predstavuje diskontnú mieru, N dobu životnosti a C hodnotu peňažných tokov v čase i plynúcich z investície. Pri člene C_0 je spravidla záporné znamienko, keďže predstavuje výšku nákladov potrebnú na uskutočnenie investície. Znamienko pri ostatných členoch závisí od toho, či súčet peňažných tokov plynúci z výnosov a nákladov na investíciu v čase i je kladný alebo záporný.

V našich analýzach investujeme do automobilov, ktoré neprinášajú žiadny výnos. Stále si vyžadujú ďalšie investície v podobe kúpy pohonných hmôt. Čistá súčasná hodnota tejto investície preto nemôže nadobúdať výsledok v kladných číslach. To ale neznamená, že by sme mali investíciu do automobilu zamietnuť. Pre lepšiu orientáciu sme v ďalších kapitolách priraďovali všetkým čistým súčasným hodnotám nákladov kladné znamienka. Modifikovali sme rozhodovacie pravidlo spôsobom, že máme investovať do automobilu, ktoré má nižšie náklady na prevádzku a na kúpu diskontované do času nula. Rozhodneme sa teda kúpiť automobil s nižšou absolútnou hodnotou čistej súčasnej hodnoty.

2 Vstupné údaje

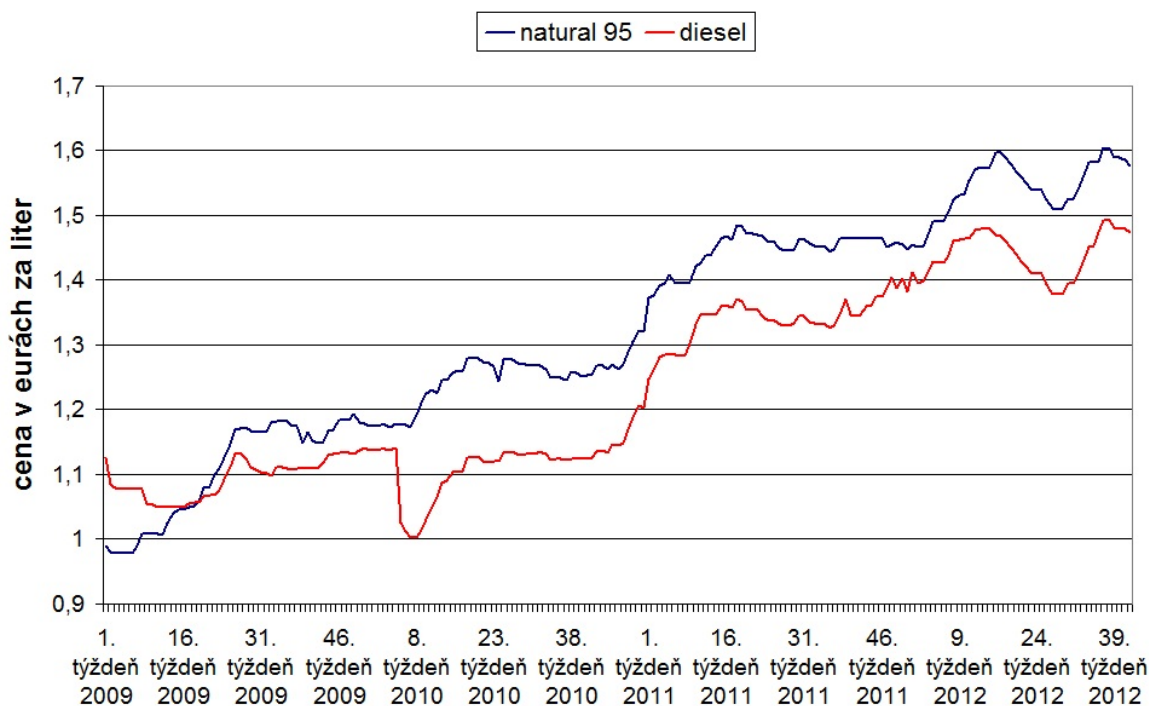
2.1 Dáta

Údaje potrebné pre túto analýzu sme čerpali z viacerých zdrojov. Niektoré z nich boli ľahko dostupné, ako napríklad historické ceny pohonných hmôt, prípadne obstarávacie ceny nových automobilov. S dostupnosťou iných údajov sme mali problém, čo bol prípad servisných nákladov pre rôzne druhy vozidiel. Tieto hodnoty nie sú verejne prístupné alebo sú dostupné za finančnú odplatu. Rozhodli sme sa teda údaje o servisných poplatkoch nezahrnúť do našich výpočtov. Jedným z dôvodov je aj to, že tieto údaje nie sú objektívne, keďže na jednom automobile sa môžu vyskytovať poruchy, ktoré je potrebné opraviť v servisnom pracovisku častejšie, na inom sa za rovnaké obdobie nemusia vyskytnúť vôbec. Treba však brať na zreteľ, že ceny v autoservisoch sú vyššie pre dieselové typy automobilov, keďže ich motory sú zložitejšie a teda náročnejšie na opravu.

2.1.1 Pohonné hmoty

Historické ceny pohonných hmôt na týždennej báze sme získali z [8]. Začali sme rokom 2009, keďže na začiatku tohto roka sa oficiálnou menou na Slovensku stalo euro. Taktiež je to dostatočne dlhé obdobie na to, aby sme v ňom rozpoznali, aký je trend rastu jednotlivých cien.

Na obrázku 1 je znázornený vývoj cien pohonných hmôt. Môžeme si všimnúť, že do začiatku roku 2009 boli ceny nafty vyššie ako ceny benzínu natural 95. V devätnástom týždni toho istého roku však došlo k obratu a neskôr ostala nafta dlhodobo lacnejšia ako benzín. Ďalej je vidno, že v piatom týždni 2010 došlo k výraznému poklesu ceny nafty v dôsledku zníženia spotrebnej dane z nafty. Táto situácia je prospešná pre automobily, ktoré využívajú dieselový motor. Naopak z údajov o cenách paliva pred rokom 2009, ktoré sme si tiež prezreli, bola nafta od roku 2006 viackrát drahšia alebo približne rovnako drahá ako benzín. Zriedkavejšie sa vyskytovali obdobia, v ktorých bola nafta lacnejšia a rozdiely v cenách pohonných hmôt boli málo výrazné na to, aby sme sa mohli zamýšľať nad ekonomickým hľadiskom výhodnosti vozidiel poháňaných rôznymi druhmi paliva. Tento aspekt hovoril jasne v prospech benzínových automobilov.



Obr. 1: Vývoj cien pohonných hmôt

2.1.2 Obstarávacie ceny automobilov

Zdrojom pre obstarávacie ceny nových automobilov nám bolo [1]. Z dôvodu zvýšenej prehľadnosti a komplexnejších výsledkov sme si vytvorili štyri nasledujúce kategórie:

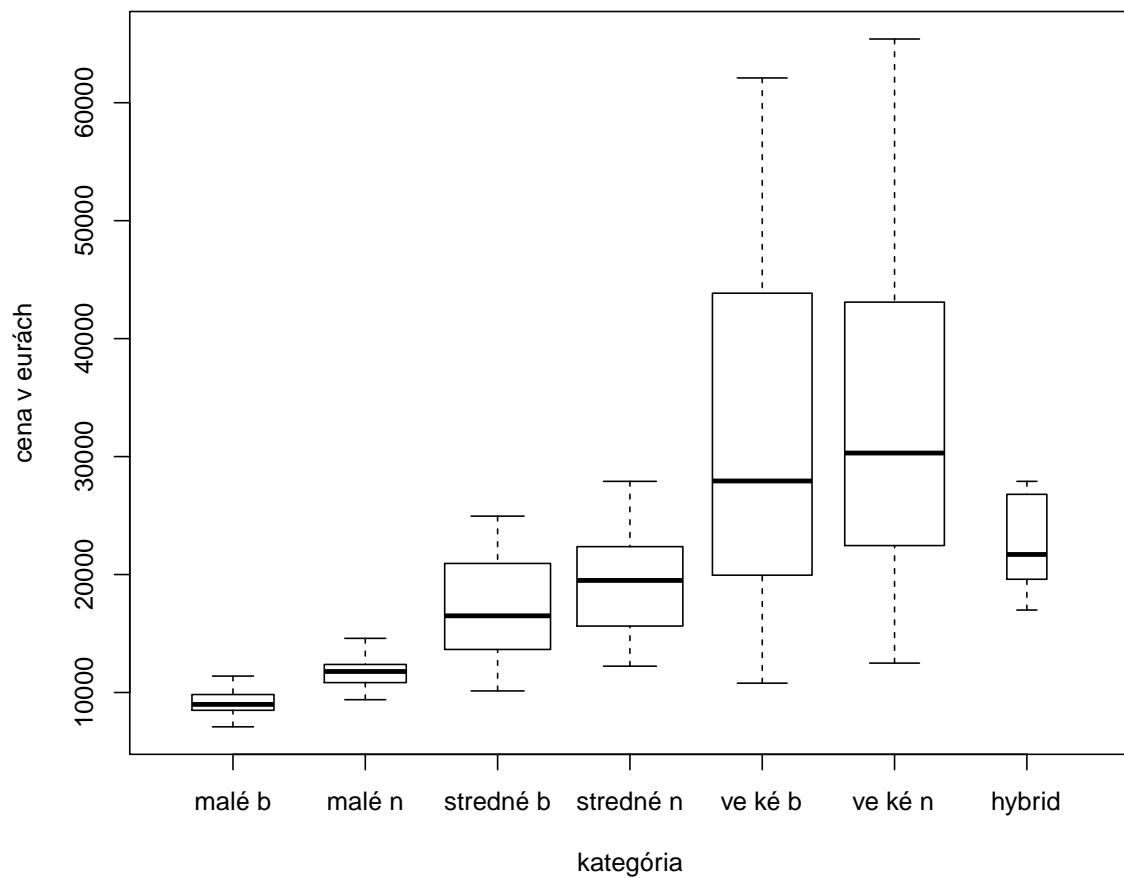
- malé automobily,
- stredné automobily,
- veľké automobily,
- hybridné automobily.

Ďalej sme bližšie špecifikovali niektoré vybrané kategórie, keďže počet prvkov v nich bol príliš veľký. Pre malé vozidlá bolo ďalším kritériom výkon motora v rozmedzí 0–70 kw, pre vozidlá strednej triedy to bolo 0–150 kw a cena do 30 000 €. Do skupiny veľkých automobilov sme zaradili takzvané SUV automobily. V každej kategórii sa nachádzalo vozidlo jazdiace na benzín a jemu zodpovedajúce podobné vozidlo, rovnakej

značky a modelu, jazdiace na naftu. Tieto páry sme vyberali starostlivo tak, aby si zodpovedali úrovne ich výbavy a takisto výkony motorov. Volili sme vždy najnižšie možné úrovne ich výbavy, no nie vždy bolo možné zvoliť najnižšiu, akú jednotlivá značka ponúkala. Pri malých a stredných automobiloch to bolo z dôvodu, že výber z dieselových verzií bol menej pestrý ako z benzínových a zvyčajne sa vyrábali až vo vyšších komfortných kategóriách. Pre veľké automobily bol zase častejšie používaným motor jazdiaci na naftu. V tejto kategórii sme mohli nájsť lacnejšie dieselové verzie s menším výkonom, ktoré nemajú v tej istej výbave benzínový ekvivalent. Takisto sme hľadali verzie automobilov s čo najmenším výkonom. Takýmto výberom sme docielili, že máme v dátach najlacnejšie možné páry automobilov. Hybridné automobily boli jedinečné tým, že sa nedali rozlíšiť na dieselové a benzínové. Ako je dobre známe, takéto vozidlá väčšinou využívajú spaľovací motor jazdiaci na benzín v kombinácii s elektrickým motorom. Spolu sme získali informácie o 179 vozidlách.

Na boxplotoch na obrázku 2 je na zvislej osi znázornené rozloženie cien pre jednotlivé kategórie. Písmeno *b* označuje benzínový automobil, *n* označuje vozidlo využívajúce na pohon naftu. V samotnom boxplote spodná čiara zodpovedá vozidlu, ktoré malo v danej kategórii najnižšiu cenu, dolná strana obdĺžnika označuje prvý kvartil, hrubá čiara vo vnútri obdĺžnika medián, horná strana obdĺžnika tretí kvartil a najvrchnejšia čiara zodpovedá najvyššej hodnote v sledovanej kategórii. Prvý kvartil je hodnota, pod ktorou leží jedna štvrtina dát, zoradených podľa ich hodnoty od najmenšieho po najväčší. Medián, teda druhý kvartil a tretí kvartil majú analogické vlastnosti. Šírka boxplotu reprezentuje počet dát v sledovanej kategórii. Prípadní outlieri, teda hodnoty, ktoré sa významne líšia od ostatných hodnôt v kategórii, by boli označení malou kružnicou nad alebo pod jednotlivým boxplotom. Informácie o boxplotoch, outlieroch a kvartiloch sme čerpali z [7].

V dátach o cenách automobilov, ktoré sme používali na našu analýzu sa outlieri nevyskytovali. Ako si môžeme všimnúť na obrázku 2, ceny automobilov sú vyššie vo vyšších kategóriách s výnimkou hybridných automobilov, ktoré sú špecifické aj tým, že zahŕňajú vozidlá rôznej veľkosti. Ďalej pozorujeme, že mediány cien benzínových automobilov sú nižšie ako mediány ich dieselových náprotivkov. Pre naše ďalšie skúmanie boli podstatné práve tieto mediány. Uprednostnili sme medián pred priemerom, keďže



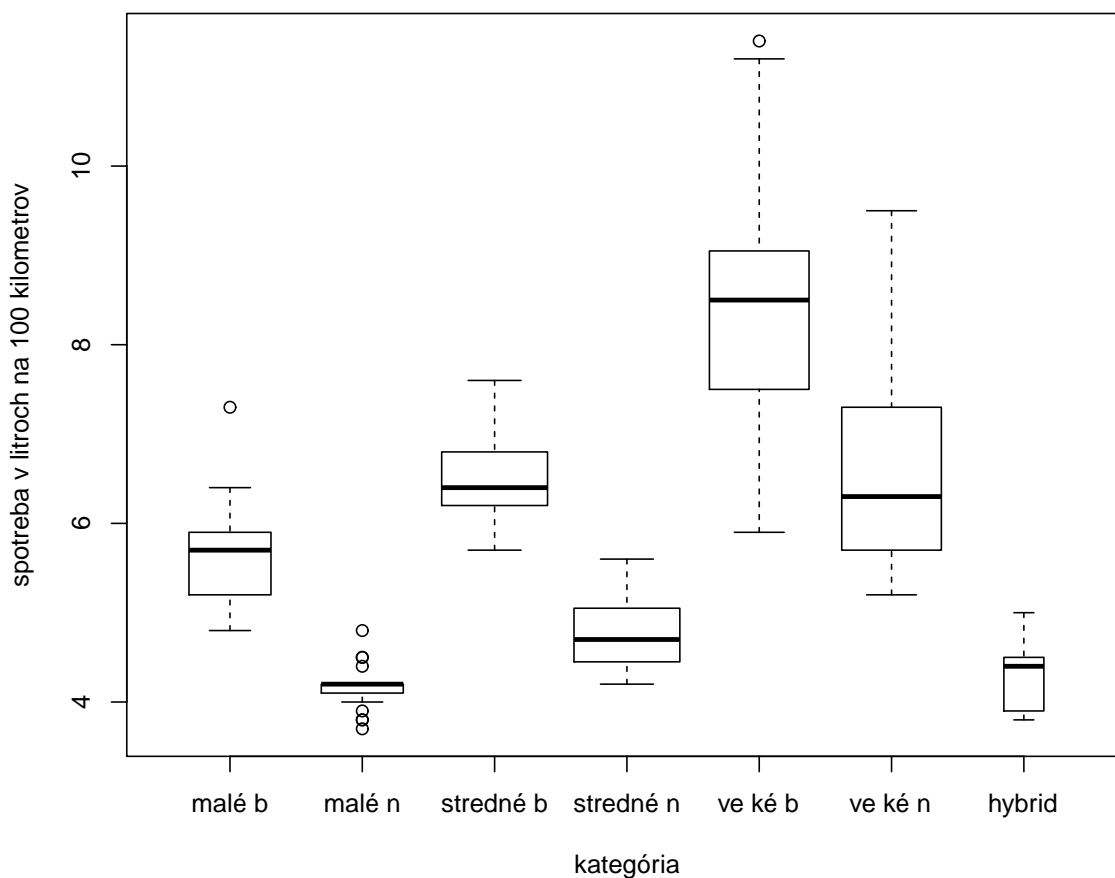
Obr. 2: Obstarávacie ceny automobilov

prvý zmieneny ukazovateľ je robustným odhadom, teda nie je ovplyvnený extrémnymi hodnotami [7].

2.1.3 Spotreba automobilov

Podobne ako obstarávacie ceny nových automobilov sme informácie o ich spotrebe získali z [1]. Vo výpočtoch sme používali kombinovanú spotrebu, keďže dopredu sa nedá určiť, koľko kilometrov užívateľ najazdí v meste a koľko mimo mesta. Kategórie a následné rozdelenie na dieselové a benzínové vozidlá ostali nezmenené.

Na obrázku 3 je znázornené rozloženie spotrieb paliva v jednotlivých kategóriách. Zvislá os reprezentuje spotrebu paliva v litroch na 100 kilometrov. Je zreteľné, že dieselové motory spaľujú menej paliva ako benzínové. Veľkosť spotreby je spätá s veľkosťou



Obr. 3: Spotreba paliva

automobilu a to tak, že automobily vo vyšších kategóriách majú vyššiu spotrebu. Na obrázku 3 si môžeme všimnúť, že v dátach sa vyskytli outlieri, teda niektoré automobily mali významne odlišné spotreby ako ostatné automobily v ich kategórii. Najviac takýchto extrémov sme zaznamenali pri malých dieselových automobiloch. V našich výpočtoch sme použili mediány spotrieb, vďaka čomu nám outlieri neovplyvnili výsledok.

2.2 Registračné poplatky

Informácie v tejto časti sme čerpali z [5]. Od 1.októbra 2012 došlo k istým zmenám vo výbere registračnej dane za prvý zápis držiteľa motorového vozidla kategórie L, M1

a N1 do evidencie vozidiel v Slovenskej republike. Poplatok je odstupňovaný a rastie s rastúcim výkonom motora. Rozhodli sme sa zohľadniť tento aspekt, aj keď ako sa neskôr ukázalo, nemal veľký vplyv na výsledok, keďže sme porovnávali automobily podobnej výkonnosti. V kategórii stredných vozidiel však došlo k významnejšej odlišnosti vo výkone motora, ktorá spôsobila, že mediánový reprezentant benzínových automobilov musel platiť vyššiu registračnú daň.

V tabuľke 9, ktorá je umiestnená v prílohe, je znázornená výška registračného poplatku vzhľadom na výkon motora. Počítalo sa s tým, že automobily s väčším výkonom sú automaticky drahšie, a preto si majiteľ takého vozidla môže dovoliť bez väčšej ujmy zaplatiť vyššiu daň. V našej analýze boli potrebné len určité kategórie, ktoré neskôr upresníme. V tabuľke 9 sme však uviedli všetky hodnoty, aby si čitateľ a potenciálny kupujúci nového automobilu zároveň vedel pozrieť, aká výška poplatku sa vzťahuje na jeho konkrétne vozidlo.

2.3 Užívatelia

Pre účely našej analýzy sme definovali dva druhy užívateľov motorových vozidiel. Pracovne sme ich nazvali rodina a biznismen. Jednotlivé typy užívateľov charakterizuje počet najjazdených kilometrov za rok. Automobil rodinného užívateľa prejde 10 000 a automobil biznismena 25 000 kilometrov ročne.

Počet najjazdených kilometrov pre rodinný automobil sme odhadli nasledujúcim spôsobom:

jazdenie v meste	: 52 kilometrov za týždeň,
výlet cez víkend	: 71 kilometrov za týždeň,
dlhšia cesta	: 800 kilometrov 2 krát za rok,
dovolenka pri mori	: 2004 kilometrov za rok,

Pod jazdením v meste si predstavujeme cestu na nákup, za kultúrou, do práce, prípadne odvoz detí do školy alebo na iné aktivity a záujmové činnosti. Dlhšia cesta zahŕňa návštevu príbuzných, ktorí bývajú ďaleko, prípadne poznávací výlet. Dovedna prejde automobil, ktorý využíva rodina na vyššie spomenuté účely, 10 000 kilometrov ročne.

Pre biznismena sme urobili nasledujúci odhad :

cesta do práce	: 70 kilometrov za týždeň,
jazdenie v meste	: 50 kilometrov za týždeň,
služobné cesty	: 3000 kilometrov za rok,
výlet / návšteva rodiny	: 100 kilometrov 4 krát za rok,
dlhšia cesta	: 800 kilometrov za rok.

Tento užívateľ využíva svoj automobil viac na prácu a činnosti s tým spojené. Jazdenie v meste môže byť chápané ako využívanie vozidla počas pracovnej doby, ale aj mimo nej na bežné činnosti ako sú nákupy. Po prepočte dostávame, že biznismenov automobil najazdí 25 000 kilometrov za rok.

2.4 Mediánový reprezentant

V ďalších kapitolách sme pracovali s reprezentantmi jednotlivých kategórií v podobe mediánu. Znamená to, že sme v každej kategórii definovali jedno vozidlo, ktoré malo cenu, spotrebu, výkon a teda aj výšku registračnej dane rovnú mediánu spomenutých parametrov pre danú kategóriu. Do nasledujúcej tabuľky sme zapísali pre každú kategóriu mediánové hodnoty údajov potrebných na neskoršiu analýzu.

Tabuľka 1: Údaje o mediánových reprezentantoch automobilov

	malé			stredné			veľké					
	cena	spotreba	výkon	cena	spotreba	výkon	cena	spotreba	výkon	cena	spotreba	výkon
benzínové	8 990	5,7	54	16 500	6,4	88	27 932	8,5	125			
dieselové	11 780	4,2	55	19 500	4,7	81	30 300	6,3	123			
hybridy										21 700	4,4	73

Uvedené ceny sú v eurách, spotreby v litroch na sto kilometrov a výkon v kilowatoch. Môžeme si všimnúť, že podľa tabuľky 9, majitelia malých automobilov budú platiť registračnú daň v hodnote 33 € bez ohľadu na to, či si kúpia dieselový alebo benzínový typ vozidla. V kategórii stredných automobilov je registračná daň v prípade benzínového automobilu 217 € a v prípade dieselového automobilu to je 167 €. Kupec veľkého vozidla zaplatí 657 € nezávisle na tom, či si vyberie vozidlo jazdiace na benzín alebo naftu. V kategórii hybridných automobilov je registračná daň 33 €.

3 Analýza pri konštantných cenách

Na základe získaných informácií, sme v tejto časti skúmali, či sa z ekonomického hľadiska viac oplatí dieselový alebo benzínový automobil. Na tomto mieste poznamenajme, že ak v tejto kapitole budeme písať o hodnotách v kategórii automobilov, myslíme tým reprezentanta v podobe mediánu. Analýza prebehne pri konštantných cenách, čo znamená, že ceny pohonných hmôt sa v čase nevyvíjajú.

3.1 Model

Pracovali sme s hodnotami, ktoré boli posledné dostupné v čase, keď sme robili náš výpočet. V týždni medzi 15. októbrom a 21. októbrom 2012 boli ceny pohonných hmôt na Slovensku:

- benzín : 1,577 €
- nafta : 1,473 €

Vzhľadom na účtovné štandardy, podľa ktorých sa auto odpisuje 4 roky, rozhodli sme sa zvoliť 4 roky ako dobu, počas ktorej bude na automobile jeho majiteľ jazdiť. Predpokladali sme, že trend je vymeniť automobil po spomínaných 4 rokoch. Ročný percentuálny výnos, vystupujúci v diskontnom faktore, uvedenom v kapitole 1, sme zvolili na úrovni 2 %.

Naša analýza vychádzala z nasledujúceho vzťahu výpočtu čistej súčasnej hodnoty:

$$NPV = I + RD + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{KM \times S \times C}{100} \times \frac{1}{(1+r)^t} \right). \quad (1)$$

Písmeno I označuje počiatočnú investíciu na kúpu nového vozidla, RD je výška registračnej dane. Tieto počiatočné investície platíme v čase nula, teda ich hodnota v tom čase je rovná súčasnej hodnote na začiatku obdobia. Tretí člen vystupujúci vo rovnici 1 je súčet cez 4 roky, začínajúci koncom prvého roka a končiaci koncom štvrtého roka, v ktorom počítame súčasnú hodnotu nákladov, ktoré vynaložíme na pohonné hmoty počas 4 rokov. Podľa podkapitoly 1.1 vieme, že na výpočet súčasnej hodnoty peňazí, musíme vynásobiť plynúci peňažný tok diskontným faktorom. V menovateli druhého zlomku teda písmeno r označuje alternatívny ročný výnos, t je poradové číslo roku, na

konci ktorého sa aktuálne nachádzame. Premenná KM reprezentuje počet najjazdených kilometrov za rok, S je spotreba automobilu v litroch na 100 kilometrov, preto delíme výraz číslom 100, C vyjadruje cenu pohonnej hmoty. Na základe vzťahu 1 sme vypočítali čistú súčasnú hodnotu peňazí investovaných do automobilu, vďaka čomu sme vedeli objektívne porovnať sumy investované do automobilu, keďže všetky platby sme si premietli do počiatočného času.

V nasledujúcich dvoch podkapitolách, z ktorých sa každá venuje jednému užívateľovi, sme vypočítali čistú súčasnú hodnotu nákladov na vozidlo pri konštantnej cene pohonných hmôt.

3.2 Rodina

V tejto podkapitole porovnáme pre rodinného užívateľa čistú súčasnú hodnotu nákladov na vozidlá v každej kategórii. Znamená to teda ročný nájazd 10 000 kilometrov. Ako ukážku uvádzame výpočet pre kategóriu malých automobilov.

- **Malé automobily**

- **benzínový automobil**

Dosadením hodnôt, ktoré sme zhrnuli v podkapitole 2.4 do vzťahu 1 dostávame:

$$NPV = 8990 + 33 + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{10000 \times 5,7 \times 1,577}{100} \times \frac{1}{(1 + 0,02)^t} \right).$$

Výsledná čistá súčasná hodnota investícií do malého benzínového automobilu je 12 445,73 €.

- **dieselový automobil**

Pre malý dieselový automobil nám vychádza čistá súčasná hodnota investícií na úrovni 14 168,69 € :

$$NPV = 11780 + 33 + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{10000 \times 4,2 \times 1,473}{100} \times \frac{1}{(1 + 0,02)^t} \right).$$

Vidíme teda, že rodine, ktorá najazdí 10 000 kilometrov ročne sa viac oplatí kúpiť benzínový automobil. Rozdiel v čistej súčasnej hodnote rovný 1722,96 € v

prospech benzínovej alternatívy je dostatočne veľký na to, aby sme mohli skonštatovať, že malý automobil poháňaný benzínovým palivom je pri konštantných cenách pohonných hmôt pre rodinu finančne výhodnejší. Podobne sme analyzovali vozidlá vo všetkých ďalších kategóriách. Tabuľka 2 obsahuje tieto vypočítané údaje.

Tabuľka 2: Náklady pri konštantných cenách pohonných hmôt pre rodinného užívateľa

	malé	stredné	veľké	
benzínové	12 445,73 €	20 560,06 €	33 693,07 €	
dieselové	14 168,69 €	22 303,13 €	34 490,53 €	
hybridy				24 375,11 €

- **Stredné automobily**

V kategórii stredných automobilov sa rodine viac oplatí kúpiť si benzínový typ, keďže rozdiel v investícii do vozidla je rovný 1743,07 €. Aj napriek tomu, že benzínový automobil platí podľa mediánu vyššiu registračnú daň sa ukazuje, že pri danom počte najjazdených kilometrov to nie je rozhodujúce.

- **Veľké automobily**

Pre veľké automobily tiež platí, že finančne sa viac oplatí benzínová verzia. Rozdiel medzi čistými súčasnými hodnotami investícií však nie je taký výrazný ako to bolo pri malých a stredných automobiloch. Jeho hodnota je 797,46 €.

- **Hybridné automobily**

Investícia a prevádzka takéhoto druhu automobilu je vyššia ako to je v prípade stredných vozidiel, ale nižšia ako v prípade veľkých vozidiel.

3.3 Biznismen

Táto podkapitola poskytuje vypočítané čisté súčasné hodnoty pre užívateľa, ktorý najazdí 25 000 kilometrov ročne. Tieto hodnoty sú zhrnuté v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Náklady pri konštantných cenách pohonných hmôt pre biznismena

	malé	stredné	veľké	
benzínové	17 579,82 €	26 324,66 €	41 349,17 €	
dieselové	17 702,22 €	26 257,32 €	39 790,84 €	
hybridy				28 338,27 €

Malé automobily

Môžeme si všimnúť, že biznismen, ktorý za 4 roky najazdí 100 000 kilometrov už nevykazuje veľký rozdiel medzi čistou súčasnou hodnotou nákladov do malého benzínového a do malého dieselového automobilu. Stále je však pre tohto užívateľa výhodnejšia kúpa benzínovej alternatívy, keďže pri nej zaplatí o 122,4 € menej ako by to bolo pri dieselovom automobile.

Stredné automobily

V tejto kategórii sa prvýkrát ukazuje vozidlo s dieselovým motorom finančne výhodnejšie ako vozidlo jazdiace na benzín. Rozdiel v nákladoch premietnutých do času, kedy došlo ku kúpe vozidla, je však malý a je rovný 67,34 €, čo je vzhľadom na veľkosť investície zanedbateľná položka.

Veľké automobily

Veľké dieselové automobily sú pre biznismena významne výhodnejšie ako ich benzínové alternatívy. Rozdiel čistých súčasných hodnôt investícií je rovný 1558,33 € v prospech vozidiel jazdiacich na naftu.

Hybridné automobily

Čistá súčasná hodnota nákladov na hybridné automobily je po 100 000 najjazdených kilometroch rovná 28 338,27 €, čo je stále menej ako v prípade veľkých vozidiel a zároveň viac ako v prípade stredných automobilov.

3.4 Kritické hodnoty

V dôsledku predchádzajúcich podkapitol prirodzene plyní otázka, po akom počte kilometrov dochádza k finančnej výhodnosti dieselových automobilov, ak ceny pohonných hmôt zostávajú konštantné počas celého obdobia. V tejto podkapitole sme vypočítali

kritické hodnoty počtu kilometrov najazdených za rok, pri ktorých sa začína vyplácať vozidlo s naftovým pohonom. Vychádzali sme zo vzťahu 1, pričom sme v jednotlivých kategóriách dali do rovnosti čisté súčasné hodnoty nákladov na automobil pre benzínový variant na ľavej strane rovnice a čisté súčasné hodnoty nákladov na automobil pre dieselový variant na pravej strane rovnice. Spomínaná rovnosť má tvar :

$$I_b + RD_b + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{\overline{KM} \times S_b \times B}{100} \times \frac{1}{(1+r)^t} \right) = I_n + RD_n + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{\overline{KM} \times S_n \times N}{100} \times \frac{1}{(1+r)^t} \right). \quad (2)$$

Všetky hodnoty, okrem počtu kilometrov, sme ponechali známe a túto kritickú hodnotu sme si zo vzťahu 2 následne vyjadrili. Vo všeobecnosti teda vzťah na výpočet kritickej hodnoty, ktorá je označená ako \overline{KM} , môžeme zapísať v nasledujúcom tvare :

$$\overline{KM} = \frac{100 \times (I_b + RD_b - I_n - RD_n)}{\sum_{t=1}^4 \left(\frac{S_n \times N}{(1+r)^t} - \frac{S_b \times B}{(1+r)^t} \right)}. \quad (3)$$

Index b pri písmenách I, RD, S označuje benzínové vozidlo, pričom význam symbolov zostáva rovnaký ako v rovnici 1. Index n reprezentuje automobil, ktorý využíva na svoj pohon naftu. Písmeno B označuje cenu benzínu, písmeno N cenu nafty.

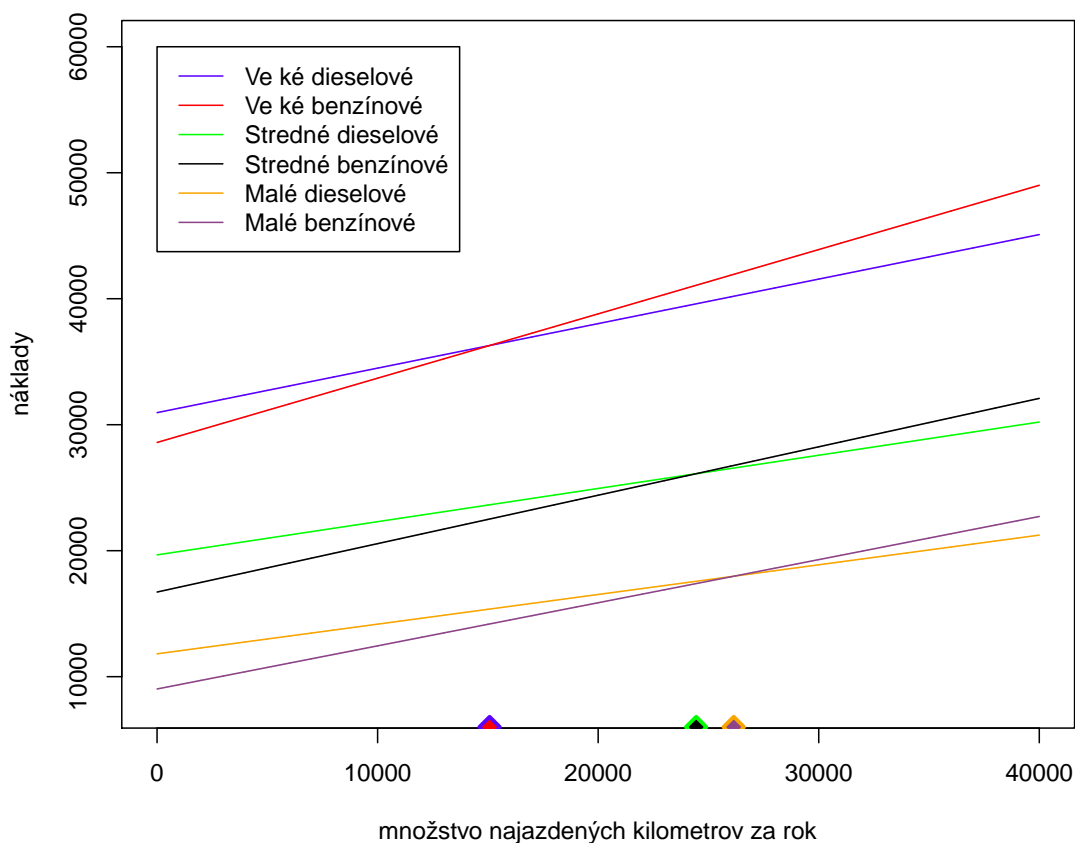
Vypočítané kritické hodnoty sú nasledujúce :

malé automobily	: 26147,1 kilometrov za rok
stredné automobily	: 24442,06 kilometrov za rok
veľké automobily	: 15077,66 kilometrov za rok

Za predpokladu, že sa vozidlo bude využívať 4 roky platí, že čím je kategória vozidla vyššia, tým je nižšia kritická hodnota, pri ktorej sa dieselová verzia automobilu stane finančne výhodnejšou ako benzínová verzia.

Priebeh nákladov automobilov za 4 roky, vzhľadom na najazdený počet kilometrov za rok, je zobrazený na obrázku 4. Znázornili sme v ňom všetky kategórie automobilov, vďaka čomu môžeme porovnávať vývoj nákladov a kritické hodnoty medzi danými kategóriami vozidiel. Priesečník polpriamok pre rovnakú kategóriu označuje kritické

hodnoty, ktoré sme zaznačili aj bodmi, ležiacimi pod jednotlivými kritickými hodnotami. Je to teda počet kilometrov najazdených za rok, pri ktorých budeme mať za 4 roky rovnaké náklady na benzínovú aj na dieselovú verziu automobilu.



Obr. 4: Priebeh nákladov automobilov

V prílohe prikkladáme tabuľky 10, 11, 12, kde sú zap san  kritick  hodnoty pre kaŹd  z vybraných automobilov. Tabuľky sú roztrieden  podľa kategorií vozidiel. Pre mal  vozidlá je rozsah kritických hodnôt od 11234,1 kilometra, pre Daciu Logan MSV LS Cool, do 55666,83 kilometra, pre Suzuki Swift 5D Attraction. V prípade stredných automobilov sa nachádzajú kritick  hodnoty v rozmedzí od 1820,65 kilometra, pre Renault Laguna liftback Expression, do 87693,25 kilometra, pre Mitsubishi Lancer Sportback Invite. Rozsah pre kategoriu veľkých automobilov je od 24725,38 kilometra, pre Mazdu CX-7SUV Revolution, do 151235,66 kilometra, pre Mitsubishi Outlander SUV Intense+.

Čím je trieda automobilu vyššia, tým je väčšie rozmedzie, v akom sa nachádzajú kritické hodnoty v danej kategórii. V kategórii veľkých automobilov vyšli pri niektorých vozidlách záporné kritické hodnoty. To znamená, že dieselová verzia automobilu je finančne výhodnejšia bez ohľadu na to, koľko kilometrov ročne majiteľ tohto vozidla najazdí. Takáto situácia nastáva vtedy, ak počiatočné náklady a spotreba sú nižšie pre dieselový automobil. Spravidla bývajú obstarávacie ceny benzínových automobilov nižšie ako ceny dieselových náprotivkov, avšak pri niektorých drahších automobiloch je to naopak. V takomto prípade je voľba jasná a nemá význam uvažovať nad tým, či sa z finančných dôvodov oplatí kupovať si benzínový typ vozidla. Pripomíname však, že toto môžeme tvrdiť hlavne vďaka silným predpokladom na konštantnosť cien pohonných hmôt v čase.

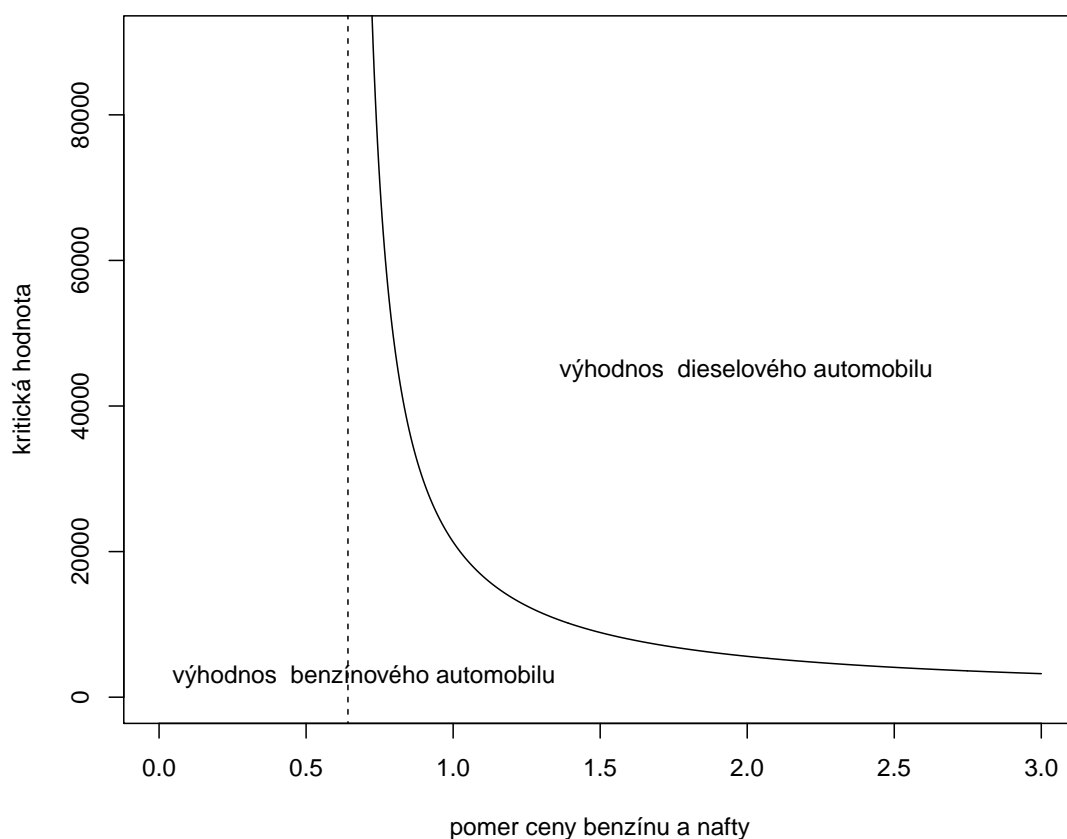
3.4.1 Zmena pomeru cien pohonných hmôt

Ďalej sme sa zaoberali otázkou, aké budú kritické hodnoty, pri rôznych hodnotách pomeru cien pohonných hmôt. Za pomer sme si zvolili podiel ceny benzínu a ceny nafty, pričom cenu nafty sme ponechali konštantnú, čo v našom prípade znamená 1,473 €. Vybrali sme si reprezentatívne vozidlo, Škodu Octaviu liftback vo výbave Active v dieselovej aj v benzínovej verzii, na ktorom sme skúmali hore položenú otázku. Rovnaký výpočet sme následne urobili aj pre hore spomínanú Škodu Octaviu v dieselovej verzii v porovnaní s Hondou Insight Hybrid. Údaje potrebné na analýzu v tejto časti sú zobrazené v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Parametre vybraných automobilov

	cena	spotreba	výkon
Škoda Octavia benzín	13 609	7	59
Škoda Octavia diesel	16 599	4,5	77
Toyota Insight Hybrid	19 600	4,4	65

Počet kilometrov najazdených za rok, kedy dochádza k rovnosti nákladov na benzínový a na dieselový automobil, za predpokladu, že vozidlo budeme využívať po dobu 4 rokov, sme si vyjadrili zo vzorca 3.



Obr. 5: Kritické hodnoty pri rôznych pomeroch cien pohonných hmôt pre Škodu Octaviu benzín a Škodu Octaviu hybrid

Získané údaje sme zakreslili do obrázku 5, kde vodorovná os znázorňuje pomer ceny benzínu ku konštantnej cene nafty. Hodnoty pre cenu benzínu sme volili tak, aby pomer vyšiel v rozmedzí od 0 po 3, čo znamená, že benzín bude nula až trojnásobne drahší ako nafta. Na zvislú os sme zaznamenali kritické hodnoty. Krivka reprezentovaná plnou čiarou, označuje závislosť kritických hodnôt od pomeru cien pohonných hmôt. Všimnime si, že má klesajúci charakter, čo znamená, že s rastúcim pomerom cien, v našom prípade s rastúcou cenou benzínu, je kritická hodnota menšia. Teda, ak je benzín drahší, už menší počet najazdených kilometrov za rok stačí na to, aby bola výhodnejšia dieselová verzia automobilu. Spomínaná krivka sa dá zostrojiť s využitím nasledujúceho vzťahu:

$$KM = \frac{100 \times (I_b + RD_b - I_n - RD_n)}{\sum_{t=1}^4 \left(\frac{S_n}{(1+r)^t} - \frac{S_b \times \text{pomer}}{(1+r)^t} \right) \times 1,473}, \quad (4)$$

$$\text{kde pomer} = \frac{B}{N}.$$

Index b označuje benzínové vozidlo, index n dieselové vozidlo. Plná čiara rozdeľuje obrázok 5 na dve plochy. Časť napravo od krivky znázorňuje finančnú výhodnosť dieselového automobilu. Druhá časť označuje finančnú výhodnosť benzínového typu Škody Octavie.

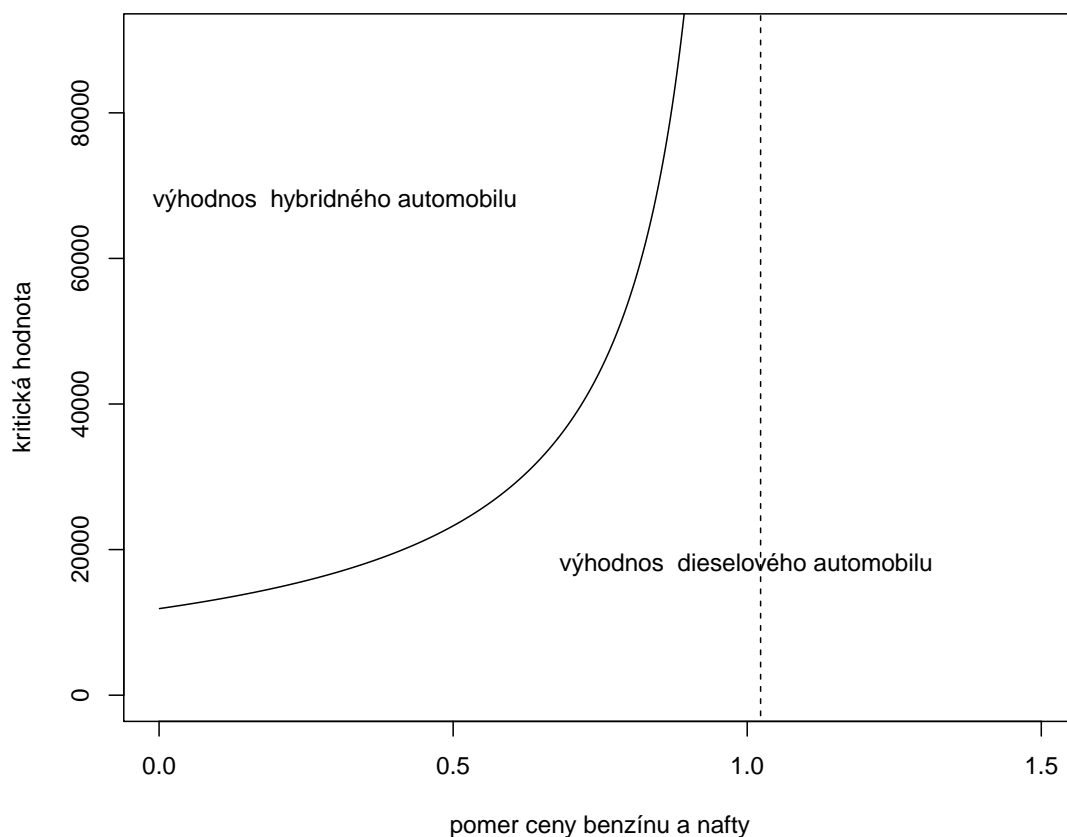
Prerušovaná čiara označuje hodnotu pomeru, pre ktorú už neexistuje kritická hodnota, pri ktorej by dochádzalo k finančnej výhodnosti dieselovej alternatívy. Naľavo od tejto priamky vyšli záporné kritické hodnoty, čo pre nás nemá iný než teoretický význam. Prakticky to znamená, že vzhľadom k pomerom cien pohonných hmôt, ktoré sa nachádzajú naľavo od modrej čiary, je pre akýkoľvek počet najjazdených kilometrov výhodnejšia Škoda Octavia jazdiaca na benzín. Túto hodnotu pomeru dokážeme vyjadriť analyticky pomocou vzťahu 5 :

$$\text{pomer} = \frac{S_n}{S_b} - \frac{100 \times (I_b + RD_b - I_n - RD_n)}{\sum_{t=1}^4 \left(\frac{1}{(1+r)^t} \times KM \times 1,473 \right)}. \quad (5)$$

Pre počet kilometrov idúci limitne do nekonečna je pomer rovný $\frac{S_n}{S_b}$, čo je hodnota, ktorú označuje asymptota v podobe prerušovanej čiary. Môžeme to interpretovať tak, že ak je podiel ceny benzínu ku cene nafty menší ako podiel spotreby naftového automobilu ku benzínovému automobilu, bude vždy výhodnejší benzínový automobil.

Na obrázku 6 je znázornené porovnanie pre Škodu Octaviu liftback Active v dieselovej verzii s Hondou Insight hatchback v hybridnej verzii. Situácia je teraz rozdielna v tom, že hoci hybridné vozidlo jazdí na benzín má nižšiu spotrebu ako dieselový automobil. Navyše dieselový automobil má nižšiu obstarávaciu cenu.

Plná krivka má v tomto prípade rastúci charakter, čo znamená, že s rastúcim pomerom ceny benzínu ku cene nafty, je kritická hodnota, kedy dochádza k výhodnosti hybridného vozidla vyššia. Napravo od tejto krivky je finančne výhodnejší dieselový automobil, naľavo je výhodnejší hybridný automobil. Hodnota, pre ktorú už neexistuje



Obr. 6: Kritické hodnoty pri rôznych pomeroch cien pohonných hmôt pre Škodu Octaviu diesel a Hondu Insight hybrid

kritická hodnota, pri ktorej by dochádzalo k finančnej výhodnosti hybridného vozidla je rovná pomeru spotrieb $\frac{S_n}{S_b}$, pričom index b značí hybridný automobil.

Pomer ceny benzínu ku cene nafty rovný hodnote podielu $\frac{S_n}{S_b}$, má nasledujúci teoretický význam. Označuje hodnotu, ktorá rozdeľuje pomery cien benzínu k cene nafty na oblasť, kde neexistujú počty kilometrov najazdených za rok, pri ktorých by dochádzalo k finančnej výhodnosti drahšieho automobilu s nižšou spotrebou a na oblasť, kde pri určitom počte ročne najazdených kilometrov je takýto automobil výhodnejší.

4 Analýza pri nekonštantných cenách

V tejto kapitole sme sa zaoberali podobnou analýzou, akú sme robili v kapitole 3, avšak zmenili sme predpoklad o konštantosti cien pohonných hmôt. Už na konci predchádzajúcej kapitoly sme načrtli myšlienku o zmene ceny benzínu, zatiaľ čo cena nafty ostala konštantná. V našich ďalších úvahách sme menili ceny oboch pohonných hmôt. Odhady parametrov sme robili z historických údajov pomocou lineárnej regresie. V poslednej podkapitole sme zahrnuli do cenotvorby benzínu náhodu a zaoberali sme sa situáciou, kde sa majiteľ benzínového vozidla v štvorročných intervaloch rozhoduje, či si ponechať benzínový automobil aj naďalej alebo ho predať a kúpiť si hybridný automobil.

4.1 Model

Model, pomocou ktorého sme počítali čistú súčasnú hodnotu nákladov na automobil, v prípade predpokladu rastúcich cien pohonných hmôt vyjadríme ako:

$$NPV = I + RD + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{KM \times S \times C \times (1+p)^t}{100} \times \frac{1}{(1+r)^t} \right). \quad (6)$$

V tomto modeli sme navyše oproti modelu 1 zahrnuli percentuálny ročný nárast cien paliva, reprezentovaný písmenom p . Odhad tohto nárastu sme urobili pomocou lineárnej regresie, z dát cien pohonných hmôt od roku 2009 do roku 2012, z ktorej nám vyšli nasledujúce hodnoty :

- benzín : 15,47 %
- nafta : 12,51 %

Význam ostatných premenných ostal nezmenený. Údaje sme vyhodnocovali na konci rokov a diskontovali ich do času nákupu automobilu. V nasledujúcich podkapitolách sme sa zaoberali výpočtom pre dvoch modelových užívateľov.

4.2 Rodina

V tejto časti poskytujeme výpočet pre rodinu, ktorá najazdí 10000 kilometrov ročne. Získané údaje sú zhrnuté v tabuľke 5. Bližšie sa pozrieme na výpočet pre kategóriu stredných vozidiel. Hodnoty v ostatných kategóriách sme získali analogicky.

Tabuľka 5: Náklady pri nekonštantných cenách pohonných hmôt pre rodinného užívateľa

	malé	stredné	veľké	
benzínové	13 973,01 €	22 274,91 €	35 970,59 €	
dieselové	14 994,24 €	23 226,96 €	35 728,86 €	
hybridy				25 554,06 €

- **Malé automobily**

Pri ročne najjazdených 10000 kilometroch sú pre malé automobily náklady na dieselový variant vyššie o 1021,23 € oproti benzínovej verzii.

- **Stredné automobily**

- **benzínový automobil** Výpočet čistej súčasnej hodnoty nákladov na kúpu a prevádzku benzínového vozidla strednej kategórie sme urobili na základe vzorca 6 nasledovne:

$$NPV = 16500 + 217 + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{10000 \times 6,4 \times 1,577 \times (1 + 0.1547)^t}{100} \times \frac{1}{(1 + 0,02)^t} \right).$$

- **dieselový automobil**

Hodnotu nákladov pre stredný dieselový automobil pri nekonštantných cenách sme vypočítali nasledovne :

$$NPV = 19500 + 167 + \sum_{t=1}^4 \left(\frac{10000 \times 4,7 \times 1,473 \times (1 + 0.1251)^t}{100} \times \frac{1}{(1 + 0,02)^t} \right).$$

Dieselové automobily sú aj v tejto kategórii drahšie o 952,05 €. Stále sa teda oplatí pri daných podmienkach kúpiť benzínové vozidlo.

- **Veľké automobily**

Na rozdiel od prípadu konštantných cien pohonných hmôt, kde boli vo všetkých kategóriách pre rodinu výhodnejšie benzínové automobily sú veľké dieselové automobily pri nekonštantných cenách lacnejšie o 241,73 €. Ukazuje sa teda, že cena pohonných hmôt hrá dôležitú úlohu pri rozhodovaní sa o kúpe nového automobilu.

- **Hybridné automobily**

Náklady na takéto vozidlo sú vyššie o 1178,95 € ako v prípade konštantných cien.

4.3 Biznismen

Čisté súčasné hodnoty nákladov pre ročný nájazd 25000 kilometrov a pri nekonštantných cenách sú zhrnuté v tabuľke 6.

Tabuľka 6: Náklady pri nekonštantných cenách pohonných hmôt pre biznismena

	malé	stredné	veľké	
benzínové	21 398,03 €	30 611,77 €	47 042,99 €	
dieselové	19 766,1 €	28 566,9 €	42 886,65 €	
hybridy				31 285,65 €

Malé automobily

Už v kategórii malých automobilov je finančne výhodnejší dieselový automobil. Rozdiel v nákladoch je 1631,93 €.

Stredné automobily

Biznismen ušetrí 2044,87 €, ak si kúpi dieselový automobil strednej kategórie oproti benzínovej variante.

Veľké automobily

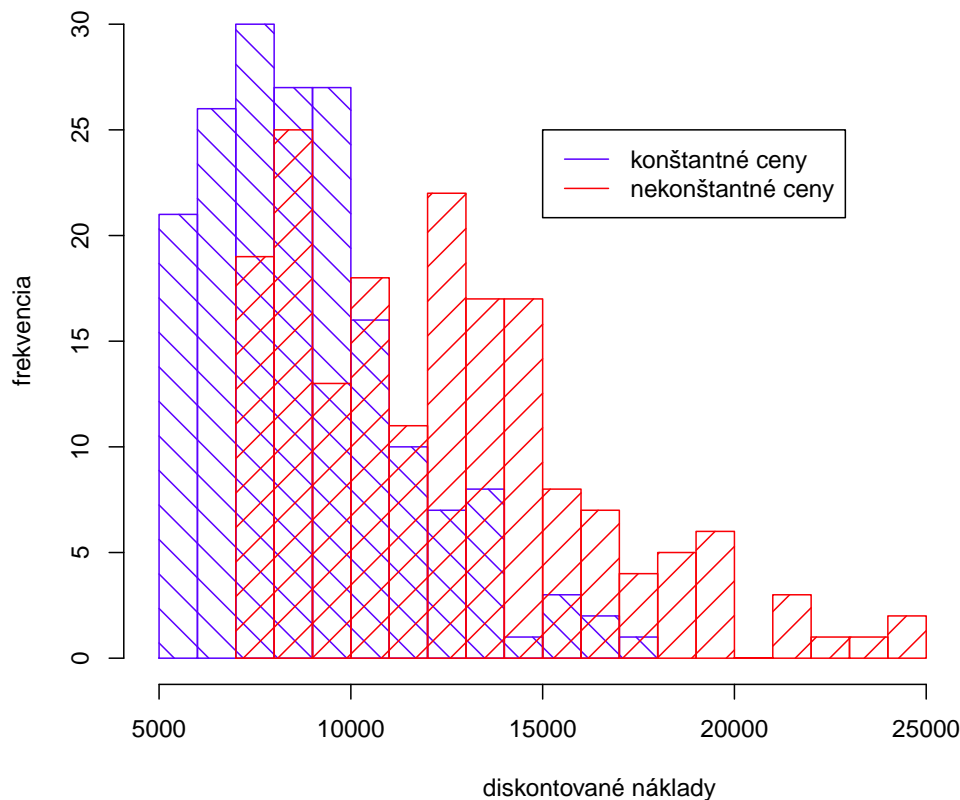
Rozdiel nákladov je v tejto kategórii rovný 4156,34 € v prospech dieselovej verzie.

Hybridné automobily

Náklady na hybridný automobil sú pre biznismena o 2947,38 € vyššie ako by to bolo v prípade konštantných cien.

4.4 Predpoklad nekonštantnosti cien paliva

Pre porovnanie poskytujeme na jednom obrázku histogramy súčasných hodnôt nákladov na pohonné hmoty pre biznismena v situácii, kde sú ceny pohonných hmôt v čase konštatné a aj pre situáciu kde sú ceny paliva nekonštatné.



Obr. 7: Histogramy diskontovaných nákladov na pohonné hmoty všetkých automobilov pre konštantné a nekonštantné ceny

Každý z histogramov odzrkadľuje rozdelenie nákladov na palivo v eurách pre všetky automobily, ktoré sme použili v tejto práci. Na obrázku 7 vidíme, že v prípade nekonštantných cien pohonných hmôt došlo k výraznému posunu nákladov na palivo smerom nahor. Preto by sa predpoklad rastu cien pohonných hmôt nemal v analýzach vynechávať.

4.5 Kritické hodnoty

V predchádzajúcej podkapitole sme mohli pozorovať, že biznismenovi sa v každej kategórii oplatilo kúpiť dieselový automobil. Rodinu by stál menej dieselový automobil v prípade kúpy automobilu veľkej kategórie. Je zreteľné, že došlo k výraznému posunu

počtu kilometrov, pri ktorých dochádza k výhodnosti dieselového variantu automobilu smerom nadol oproti scenáru, kedy sa ceny pohonných hmôt v čase nevyvíjali. Kritické hodnoty sme získali zo vzťahu 7:

$$\overline{KM} = \frac{100 \times (I_b + RD_b - I_n - RD_n)}{\sum_{t=1}^4 \left(\frac{S_n \times N}{(1+r)^t} \times (1 + p_N)^t - \frac{S_b \times B}{(1+r)^t} \times (1 + p_B)^t \right)}. \quad (7)$$

Označenie p_N znamená percentuálny ročný nárast ceny nafty, p_B označuje percentuálny ročný nárast ceny benzínu. Význam ostatných písmen ostal rovnaký ako v kapitole 3. Pre jednotlivé kategórie sme vypočítali nasledujúce kritické hodnoty:

malé automobily : 15773,67 kilometrov za rok,
 stredné automobily : 14765,15 kilometrov za rok,
 veľké automobily : 9073,72 kilometrov za rok.

V porovnaní so situáciou, keď boli ceny pohonných hmôt konštantné v čase, došlo k výrazným posunom kritických hodnôt. V kategórii malých automobilov sa znížila táto hodnota o 10373,41 najjazdených kilometrov za rok. V prípade stredných automobilov je to o 9676,91 kilometrov menej a pre veľké automobily o 6003,94 kilometrov menej.

V prílohe prikkladáme tabuľky 10, 11, 12 so zaznamenanými kritickými hodnotami pre všetky nami vybrané automobily. V porovnaní so situáciou konštantných cien sa rozmedzie kritických hodnôt v každej kategórii zúžilo a zároveň posunulo smerom nadol. Hodnoty týchto rozmedzí sú pre

malé automobily : od 7027,19 do 31011,11 kilometrov za rok,
 stredné automobily : od 1151,29 do 45074,57 kilometrov za rok,
 veľké automobily : od -15041,13 do 64864,37 kilometrov za rok.

Automobily, pre ktoré dochádza ku krajným hodnotám intervalov, v ktorých sa nachádzajú kritické hodnoty automobilov v jednotlivých kategóriách, ostali rovnaké ako v prípade konštantných cien pohonných hmôt.

4.6 Hybrid vs benzín

V tejto časti sme sa zaoberali úvahou, či je po určitej dobe pre biznismena, resp. pre rodinného užívateľa, výhodné vymeniť benzínový automobil za hybridný automobil.

Predpokladali sme, že majiteľ benzínového autobomilu sa vždy po 4 rokoch rozhoduje, či si naďalej ponechá svoj automobil alebo predá svoje vozidlo a kúpi si nové hybridné vozidlo. Vybrali sme si dve konkrétne automobily a to Toyotu Prius hatchback 1,8 Hybrid vo výbave Entry a Toyotu Avensis 1,6 sedan vo výbave Terra. Údaje o týchto automobiloch sú znázornené v nasledujúcej tabuľke

Tabuľka 7: Parametre automobilov Toyota Prius a Toyota Avensis

	cena	spotreba	výkon
Toyota Prius Hybrid	26 800	3,9	73
Toyota Avensis benzín	19 900	6,5	97

Pre potreby tejto podkapitoly sme simulovali vývoj ceny benzínu pomocou diskkrétnej verzie geometrického Brownovho pohybu. Informácie o modelovaní cien sme čerpali najmä z dvanástej kapitoly [3] a využili sme aj poznatky z tretej kapitoly obsiahnuté v [4]. Nech je cena benzínu v čase t ($0 < t < T$) označená ako C_t , ďalej nech σ označuje ročnú volatilitu ceny benzínu a μ očakávanú hodnotu výnosu podkladového aktíva na 1 rok, v našom prípade teda strednú hodnotu relatívnych prírastkov cien benzínu. Pri počte dát n je možné volatilitu odmerať nevychýleným odhadom štandardnej odchýlky relatívnych prírastkov minulých cien benzínu :

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^T (Q_t - \bar{Q})^2},$$

kde

$$Q_t = \frac{C_t - C_{t-1}}{C_{t-1}}.$$

Strednú hodnotu relatívnych prírastkov cien benzínu je možné vypočítať ako:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^T Q_t.$$

Získané hodnoty sú vypočítane zo vstupných dát na týždennej báze. Ďalšie výpočty si však vyžadujú údaje vyjadrujúce ročné hodnoty, ktoré získame nasledujúcim prevodom:

$$\mu = \hat{\mu}p,$$

$$\sigma = \hat{\sigma}\sqrt{p},$$

kde p vyjadruje počet týždňov v roku, ktorý získame vydelením počtu dní v roku siedmimi, teda $\frac{365}{7} \approx 52,1429$.

Model vývoja ceny benzínu z ktorého sme vychádzali je známy ako diskretná verzia geometrického Brownovho pohybu :

$$\frac{\Delta C}{C} = \mu\Delta t + \sigma\sqrt{(\Delta t)}Z,$$

kde ΔC je zmena ceny benzínu za časový interval Δt , pričom Z je náhodná premenná, ktorá má normálne rozdelenie so strednou hodnotou 0 a disperziou 1.

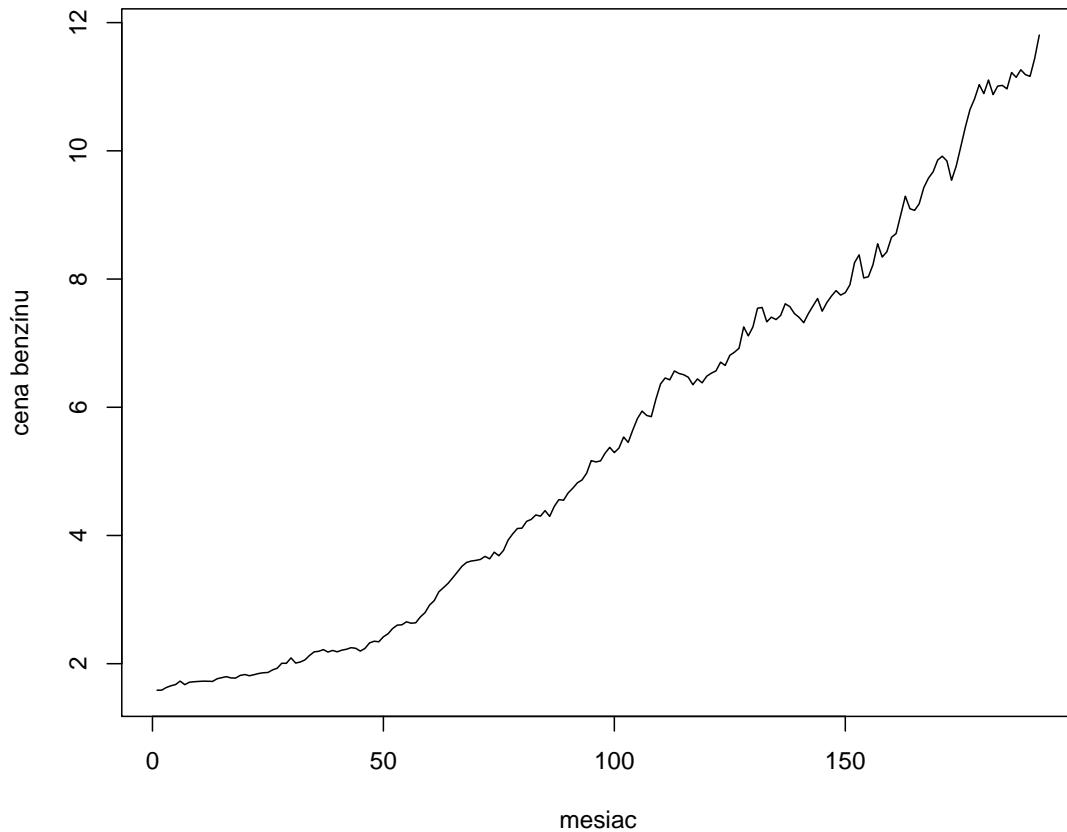
Úpravou predchádzajúcej rovnice dostávame vzťah, ktorý vyjadruje hodnotu benzínu v čase t :

$$C_t = C_{t-1} + \mu C_{t-1}\Delta t + \sigma C_{t-1}\sqrt{\Delta t}Z. \quad (8)$$

Na základe vzťahu 8 sme vykonali Monte Carlo simulácie, kde sme nasimulovali 10 000 možných priebehov cien benzínu. Hodnotu Δt sme zvolili rovnú $\frac{1}{12}$, čo prezentuje časový interval jedného mesiaca. Príklad jedného z možných priebehov sme znázornili na obrázku 8, kde vodorovná os reprezentuje poradie mesiaca po obdobie 16 rokov a zvislá os označuje predpokladanú cenu benzínu v eurách.

Rozdelenie nákladov na kúpu a prevádzku Toyoty Prius a Toyoty Avensis po 16 rokoch od kúpy spomínaných vozidiel pre 10 000 simulácií sme zobrazili na obrázku 9. Na tomto obrázku si môžeme všimnúť, že po 16 rokoch sú odhadnuté možné náklady na Toyotu Avensis v závislosti od nasimulovaných cien pohonných hmôt vo väčšine prípadov vyššie ako odhadnuté náklady pre Toyotu Prius.

Majiteľ Toyoty Avensis sa vždy v štvorročných intervaloch rozhoduje, či predá svoj automobil za zostatkovú cenu a kúpi si hybridný automobil, alebo si ponechá svoj benzínový automobil do konca skúmaného obdobia, čo v našom prípade predstavuje 16 rokov.



Obr. 8: Predpokladná cena benzínu

Predpokladali sme, že zostatková cena jazdeného automobilu je vždy polovičná oproti cene automobilu spred 4 rokov. Platí teda

$$I_{16} = \frac{I_{12}}{2} = \frac{I_8}{4} = \frac{I_4}{8} = \frac{I_0}{16},$$

kde I je cena vozidla, index značí poradové číslo roku, pričom I_0 je cena nového vozidla. Nominálna nákupná cena nového automobilu ostáva v čase nezmenená. Náklady súvisiace s voľbou jednotlivých možností v roku i môžeme zapísať:

- predaj vozidla

$$PV_i^1 = -\frac{I_i^{Avensis}}{1,02^i} + \frac{I^{Prius}}{1,02^i} + \frac{RD^{Prius}}{1,02^i} + \sum_{t=i*12}^{192} \left(\frac{KM}{12} \times \frac{S^{Prius}}{100} \times \frac{C_t}{(1 + 0,02/12)^{t/12}} \right).$$

V tomto vyjadrení prvý člen označuje predaj Toyoty Avensis za cenu v čase $i = 4, 8, 12$, ktorú sme diskontovali do času 0. Druhý a tretí člen dokopy pre-

zentujú kúpu Toyoty Prius v čase i za diskontovanú cenu vozidla s registračným poplatkom. Výraz za sumou označuje náklady na palivo od roku i , v ktorom by došlo k zrealizovaniu danej možnosti predaja benzínového a kúpy nového hybridného automobilu, po 16. rok, teda 192. mesiac. Ceny benzínu C_t sme modelovali v mesačných intervaloch, preto aj počet kilometrov prejdých za rok KM sme prepočítali na mesačný počet najazdených kilometrov. V prípade rodinného užívateľa je premenná KM rovná 10 000 a v prípade biznismena 25 000 kilometrov. Náklady na pohonné hmoty sme takisto diskontovali do času 0. S^{Prius} označuje spotrebu hybridného automobilu.

- ponechanie vozidla

$$PV_i^2 = \sum_{t=i*12}^{192} \left(\frac{KM}{12} \times \frac{S^{Avensis}}{100} \times \frac{C_t}{(1 + 0,02/12)^{t/12}} \right).$$

V tejto rovnici je člen za sumou až na spotrebu automobilu $S^{Avensis}$ rovnaký ako v predchádzajúcej rovnici a označuje náklady na pohonné hmoty od roku i po šestnásty rok od kúpy benzínového automobilu. V prípade, že by sa majiteľ Toyoty Avensis rozhodol, že bude naďalej využívať svoje vozidlo, nemal by po zvyšok obdobia žiadne iné náklady, ako výdavky spojené s kúpou pohonných hmôt.

Náklady v eurách pre obidve možnosti sme porovnali v každom čase i a zhrnuli do tabuľky :

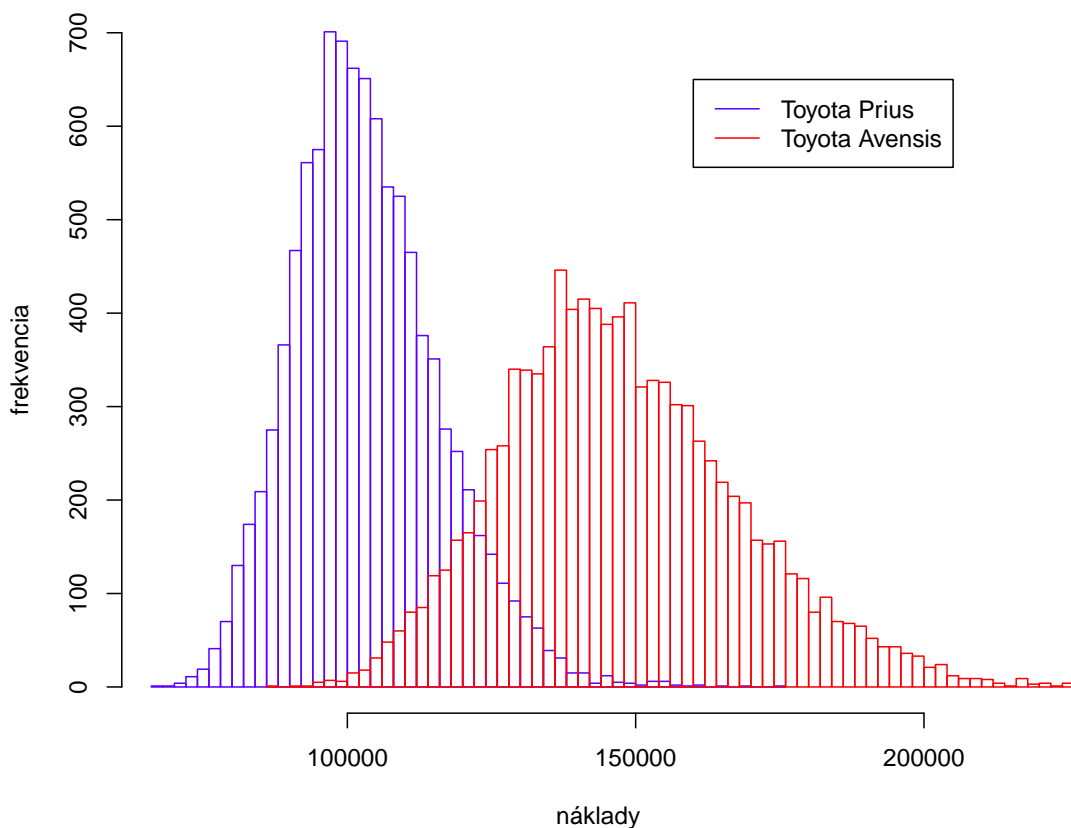
Tabuľka 8: Náklady pre jednotlivé stratégie

	stratégia/rok	4	8	12
Rodina	predaj vozidla	43 007,01	40 875,18	32 959,78
	ponechanie vozidla	45 682,87	37 032,64	22 939,19
Biznismen	predaj vozidla	84 121,59	74 204,56	53 605,05
	ponechanie vozidla	114 207,18	92 581,61	57 347,98

Zistili sme, že pre biznismena je výhodné už po 4 rokoch predat' benzínové vozidlo a kúpiť si nové hybridné. Obstarávacia cena Toyoty Prius je vyššia, no náklady na pohonné hmoty sú značne nižšie ako v prípade Toyoty Avensis. Takisto sa mu oplatí

vymeniť benzínové vozidlo za nové hybridné po 8 aj po 12 rokoch od kúpy benzínového automobilu. Napriek tomu, že Toyota Avensis po toľkých rokoch značne stratí na hodnote a za jej predaj vlastník nedostane vysokú sumu peňazí, náklady na pohonné hmoty budú nižšie o toľko, aby bolo stále výhodnejšie kúpiť si Toyotu Prius.

Rodinný užívateľ by mal predať svoje benzínové vozidlo a kúpiť si nové hybridné iba v prípade, že by sa rozhodoval v roku 4. Ak by rozmýšľal nad výmenou v 8. alebo 12. roku, tak by bolo rozumné neuskutočniť ju. Náklady na benzín počas zostávajúcich 8, resp. 4 rokov by neboli dostatočne nízke a predajná cena Toyoty Avensis dostatočne vysoká na to, aby sa mu oplátilo investovať do nového hybridného automobilu.



Obr. 9: Histogramy 10 000 možných diskontovaných nákladov na pohonné hmoty pre Toyotu Prius a Toyotu Avensis po 16 rokoch od kúpy vozidiel

Záver

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo z finančného hľadiska porovnať výhodnosť benzínových a dieselových automobilov. Na ohodnocovanie sme použili metódu čistej súčasnej hodnoty. Pre prehľadnosť sme nákladom spojeným s prevádzkou a kúpou automobilu priradzovali kladné znamienko, aj keď je zvykom to robiť naopak. V druhej kapitole sme sa bližšie pozreli na vstupné údaje, z ktorých sme vychádzali pri našich analýzách. Okrem registračných poplatkov, obstarávacích cien automobilov a spotrieb automobilov sme sa tu zaoberali aj cenami pohonných hmôt, ktoré od roku 2009 zaznamenali významný nárast. V našich výpočtoch sme sa rozhodli nezohľadniť výšku servisných poplatkov, keďže tieto údaje nie sú voľne prístupné. Navyše sa nedá určiť, ako často bude potrebné dať automobil opraviť v servise, keďže tento aspekt závisí od mnohých faktorov. Je však všeobecne známe a čitateľ by mal zohľadniť to, že v prípade potreby servisnej opravy, zvyknú byť poplatky vyššie pre dieselové automobily. V snahe získať komplexnejší výsledok, sme definovali 4 kategórie automobilov. Tieto skupiny sú určené ako to z názvu vyplýva všeobecne známou klasifikáciou na automobily malej, strednej a vyššej triedy, podľa veľkosti, prípadne komfortu automobilu. Navyše sme pridali kategóriu hybridných automobilov. Z každej kategórie sme vybrali reprezentatívne vozidlo, ktoré malo mediánové parametre vozidiel v danej kategórii. Ďalej sme definovali dvoch modelových užívateľov, a to biznismena ako majiteľa vozidla, ktorý najazdí 25000 kilometrov ročne a rodinného užívateľa, ktorý najazdí 10000 kilometrov za rok.

V kapitole 3 sme vykonali samotný výpočet, ktorým sme pre jednotlivé kategórie a užívateľov porovnali benzínové a dieselové automobily. Predpokladali sme, že majiteľ bude využívať vozidlo 4 roky. Navrhli sme model, kde bola cena pohonných hmôt konštantná v čase. Zistili sme, že pre rodinného užívateľa je v každej kategórii finančne výhodnejší benzínový variant. Biznismenovi sa oplatí kúpiť si benzínový automobil iba v kategórii malých automobilov. Rozdiely nákladov v kategóriách malých a stredných automobilov sú však zanedbateľné vzhľadom na celkovú investíciu, a preto je pre biznismena výhodné investovať do dieselového automobilu. Potvrdil sa teda náš predpoklad, že po istom počte odjazdených kilometrov sa stáva ekonomicky výhodnejší dieselový automobil. Aby sme zistili, kedy dochádza k finančnej výhodnosti dieselových auto-

mobilov, vyjadrili sme si počet ročne najjazdených kilometrov, pri ktorých dochádza k rovnosti nákladov na kúpu a prevádzku oboch typov automobilov. Kritické hodnoty vyšli pre malé automobily 26147, pre stredné 24442 a pre veľké automobily 15077 najjazdených kilometrov za rok. Dá sa teda hrubo zovšeobecniť, že pre väčšinu slovenskej populácie je v prípade predpokladu konštantnosti cien pohonných hmôt výhodnejší benzínový variant. Náklady na hybridné automobily vyšli vyššie ako náklady na automobily strednej kategórie, ale nižšie ako náklady na automobily kategórie veľkých automobilov. Investícia do tohto typu vozidla je pomerne veľká. Hybridné automobily sú však zaujímavé z ekologického hľadiska, keďže hlavne v mestách pri rozjazdoch zapájajú alternatívne zdroje energie, ako napríklad elektromotory. Dochádza tým k zníženej spotrebe a zároveň k šetreniu životného prostredia. V závere tretej kapitoly sme pri rôznych pomeroch cien benzínu a nafty porovnávali kritické hodnoty pre dve dvojice konkrétnych automobilov.

V štvrtej kapitole sme zostavili model, v ktorom sme zohľadnili rast cien pohonných hmôt, ktorý sme odhadli na základe historických dát pomocou lineárnej regresie. Tento model reálnejšie odzrkadľuje realitu, keďže v skutočnosti nie je cena pohonných hmôt konštantná v čase. Podľa našich výpočtov sa rodinnému užívateľovi aj za tohto predpokladu viac finančne oplatí kúpiť si benzínový automobil, či už v prípade malých alebo stredných automobilov. Veľké automobily vychádzajú pre rodinu o zanedbateľnú sumu výhodnejšie. Náklady na hybridný automobil stúpili oproti situácii, kedy boli ceny pohonných hmôt konštantné skoro o 1200 eur, čo ukazuje, že náklady na palivo a rast cien pohonných hmôt značne ovplyvňujú financie spojené s prevádzkou automobilu. Pre biznismena je vo všetkých kategóriách signifikantne výhodnejší dieselový automobil. Ďalej sme si vyjadrili kritické hodnoty počtu ročne najjazdených kilometrov, kedy sa náklady na benzínový automobil rovnajú nákladom na dieselový automobil. Oproti scenáru konštantných cien pohonných hmôt došlo k poklesu týchto hodnôt o 10373 kilometrov za rok pre malé automobily, o 9676 pre stredné automobily a o 6003 kilometrov ročne pre veľké automobily. V krátkosti sme porovnali náklady na prevádzku automobilov pre konštantné a nekonštantné ceny pohonných hmôt a dospeli sme k tomu, že rast cien pohonných hmôt nie je zanedbateľný predpoklad. V závere štvrtej kapitoly sme sa zaoberali cenotvorbou benzínu na základe diskkrétnej verzie geometrického Bro-

wnovho pohybu. Skúmali sme situáciu, kde sa vlastník benzínového automobilu Toyota Avensis každé 4 roky rozhoduje, či si ponechá svoj automobil do konca šestnásteho roku od jeho kúpy, alebo ho predá za zostatkovú cenu a kúpi si nový hybridný automobil Toyota Prius. Tento hybridný automobil má vyššiu obstarávaciu cenu, no značne nižšiu spotrebu. V situácii, kde je výhľad na zvyšovanie cien pohonných hmôt, by tento automobil predstavoval jasnú úsporu. Ako sa ukázalo pre biznismena je Toyota Prius naozaj finančne výhodnejšia. Bez ohľadu na to, či by došlo k výmene benzínového automobilu za hybridný po 4, 8 alebo 12 rokoch, bude podľa nášho modelu ekonomicky výhodnejšia Toyota Prius. Rodinný užívateľ by mal vymeniť benzínový automobil za hybridný už po 4 rokoch. Ak by rozmyšľal nad výmenou po 8 alebo po 12 rokoch, tak by ju nemal uskutočniť. Úspora na benzíne by nebola dostatočne vysoká na to, aby sa mu oplátilo predávať Toyotu Avensis, ktorá medzičasom značne stratila na hodnote, a kupovať novú Toyotu Prius.

Dieselový automobil bol pre rodinu výhodnejší iba v kategórii veľkých automobilov v prípade nekonštantných cien pohonných hmôt a to o zanedbateľnú sumu. Rodinný užívateľ by mal teda vo všeobecnosti voliť kúpu benzínového automobilu, bez ohľadu na to, či ceny pohonných hmôt ostanú v čase konštantné alebo nie. Biznismenovi sa oplatí kúpiť si benzínový automobil iba v kategórii malých automobilov v prípade konštantných cien palív. Rozdiel v nákladoch oproti dieselovému automobilu je však veľmi malý. V ostatných situáciách bol pre biznismena vždy výhodnejší dieselový variant. Preto vo všeobecnosti odporúčame biznismenovi kúpu dieselového automobilu. Potvrdilo sa teda, že ak vodič najazdí väčší počet kilometrov za rok, mal by siahnuť po dieselovom automobile.

V prípade, že sa čitateľ nenašiel ani v jednom z modelových užívateľov, v prílohe ponúkame prehľad kritických hodnôt ročne najjazdených kilometrov, pri ktorých dochádza k rovnosti nákladov na benzínový a na dieselový automobil, pre všetky automobily, ktoré sme zohľadnili v analýze. Tieto informácie môže ako potenciálny kupca nového automobilu využiť vo svoj prospech a ušetriť značnú časť financií. Práca by mala priniesť značný prínos najmä nerozhodným záujemcom o kúpu nového automobilu.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Autozor: *Katalóg automobilov* , dostupné na internete (13.2.2013):
http://www.autozor.sk/najdi-auto.html?page_id=188
- [2] Brealey, R.A., Myers, S.C.: *Principles of Corporate Finance, Seventh edition*, The McGraw Hill Companies, New York , 2003
- [3] Hull, J.C.: *Options, Futures and Other Derivates, Seventh edition*. Prentice Hall, New Jersey, 2008
- [4] Melicherčík, I., Olšárová O., Úradníček V.: *Kapitoly z finančnej matematiky*. Epos, Bratislava, 2005
- [5] Novela zákona č. 145/1995 Z.z. o správnych poplatkoch a o zmene a doplnení niektorých ďalších zákonov
- [6] Ross, S.A., Westerfield R.W., Jaffe, J.: *Corporate finance, Sixth edition*, The McGraw Hill Companies, Boston , 2002
- [7] Somorčík, J.: *Počítačová štatistika*, prednášky, FMFI UK, Bratislava, 2012
- [8] Štatistický úrad Slovenskej republiky : *Priemerné ceny pohonných látok v SR*, dostupné na internete (4.12.2012):
<http://portal.statistics.sk/showdoc.do?docid=5645>

Príloha

Tabuľka 9: Registračná daň

výkon motora	registračná daň
do 80 kw vrátane	33 eur
nad 80 kw do 86 kw	167 eur
nad 86 kw do 92 kw	217 eur
nad 92 kw do 98 kw	267 eur
nad 98 kw do 104 kw	327 eur
nad 104 kw do 110 kw	397 eur
nad 110 kw do 121 kw	477 eur
nad 121 kw do 132 kw	657 eur
nad 132 kw do 143 kw	787 eur
nad 143 kw do 154 kw	957 eur
nad 154 kw do 165 kw	1157 eur
nad 165 kw do 176 kw	1397 eur
nad 176 kw do 202 kw	1697 eur
nad 202 kw do 228 kw	2047 eur
nad 228 kw do 254 kw	2467 eur
nad 254 kw	2997 eur

Tabuľka 10: Kritické hodnoty počtu kilometrov pre malé automobily

automobil	kritická hodnota	
	konštantné ceny	nekonštantné ceny
Citroen C3 5D Attraction	18 110,82	11 068,47
Dacia Logan MCV LS Cool	11 234,1	7 027,19
Dacia Sandero hatchback Live	18 500,29	11396,30
Fiat Punto Actual 5D	36 756,3	19 867,65
Ford Fiesta 5D Spirit X	18 040,44	10 608,37
Hyundai i20 5D Comfort	31 926,69	17 665,88
Chevrolet Aveo sedan LS	20 441,89	12 924,5
Kia Rio 2 hatchback LX	17 881,33	10 851,57
Kia Rio 3 hatchback LX	17 178,58	10 085,69
Lancia Ypsilon hatchback Gold	36 991	21 789,37
Opel Corsa 5D Selection	37 111,22	20 674,07
Peugeot 206+ 5D Generation	14 012,21	8 734,3
Peugeot 207 5D Access	14 791,16	9 256,66
Renault Clio 4 5D Advantage	19 366,34	11 957,55
Seat Ibiza 5D Reference	24 133,72	14 749,38
Seat Ibiza SC Reference	24 133,72	14 749,38
Suzuki Swift 5D Attraction	55 666,83	31 011,11
Škoda Fabia Combi Active	32 613,59	19 674,69
Škoda Fabia hatchback Active	32 613,59	19 674,69
Toyota Yaris 5D Active	54 917,08	30 105,36
Volkswagen Polo 5D Premium Trendline	23 162,39	14 293,53

Tabuľka 11: Kritické hodnoty počtu kilometrov pre stredné automobily

automobil	kritická hodnota	
	konštantné ceny	nekonštantné ceny
Alfa Romeo Giulietta hatchback Distinctive	9 133,22	5 644,49
Audi A3 Sportback Young Edition Attraction	18 525,94	11 611,5
BMW rad 1 5D base	33 601,24	19 590,81
Citroen C4 5D Attraction	12 433,45	7 716,81
Citroen C5 sedan Attraction	9 253,45	5 322,38
Fiat Bravo hatchback MyLife	21 898,62	13 468,41
Fiat Linea sedan Dynamic	15 433,07	9 261,66
Ford Focus hatchback Collection X	14 235,95	8 700,33
Ford Mondeo liftback EcoBoost TrendX	7 653,52	4 495,32
Honda Accord sedan S	18 670,89	11 059,03
Honda Civic 5D Sport	24 485,79	14 448,89
Hyundai i30 hatchback Classic	18 568,17	11 294,62
Hyundai i40 sedan Comfort	6 650,71	4 050,75
Chevrolet Cruze sedan LT Plus	25 296,72	13 960,32
Kia Cee'd 5D LX	22 408,97	13 484,14
Lancia Delta hatchback Gold	24 605,72	14 766,33
Mazda 3 sedan CE	16 958,75	10 527,59
Mazda 6 sedan CE	21 498,34	12 549,41
Mitsubishi Lancer Sportback Invite	87 693,25	45 074,57
Opel Astra Classic 5D Ecotec base	33 747,87	19 411,02
Opel Insignia sedan base	10 981,29	6 820,41
Peugeot 308 SW Access	8 719,25	5 232,58
Peugeot 508 sedan Access	8 740,94	5 207,58
Renault Laguna liftback Expression	1 820,65	1 151,29
Renault Mégane Grandtour Authentique	12 999,95	8 163,11
Seat Exeo sedan Reference	12 202,38	7 455,82
Seat Leon hatchback Reference	17 957,75	10 470,06

Škoda Octavia liftback Active	17 803,99	11 196,45
Škoda Superb liftback Active	9 586,64	5 788,25
Toyota Avensis sedan Terra	7 180,26	4 397,06
Toyota Corolla sedan Terra Cool	33 087,15	19 184,83
Volkswagen Golf 5D Trendline	24 255,2	14 141,71
Volkswagen Passat sedan Trendline	9 451,31	5 853,45
Volvo C30 3D Base	23 485,77	14 614,12
Volvo S40 sedan Kinetic	23 485,77	14 614,12

Tabuľka 12: Kritické hodnoty počtu kilometrov pre veľké automobily

automobil	kritická hodnota	
	konštantné ceny	nekonštantné ceny
Audi Q3 SUV S tronic quattro base	25 789,19	15 284,24
Audi Q5 SUV quattro Premium	15 291,05	9 067,16
BMW X1 SUV sDrive base	12 454,18	7 855,73
BMW X3 SUV xDrive Steptronic base	14 712,82	9 171,01
BMW X5 SUV xDrive Steptronic base	18 831,95	11 325,82
BMW X6 SUV xDrive Steptronic base	17 758,66	10 678,63
Dacia Duster 5D LS Cool	13 170,7	7 901,9
Honda CR-V SUV Comfort	17 602,65	10 237,88
Hyundai ix35 SUV Classic	17 468,03	10 259,92
Hyundai Santa Fe SUV Classic	17 177,01	9 932,7
Chevrolet Captiva SUV LS	13 222,09	8 051,75
Jeep Grand Cherokee SUV aut. Limited	9 816,6	5 950,27
Kia Sorento SUV LX	18 290,49	10 931,37
Kia Sportage 5D LX	11 255,18	6 610,77
Landrover Freelander 2 SUV Command Shift S	- 18 582,44	-10 258,14
Mazda CX-7 SUV Revolution	- 24 725,38	-15 041,13
Mercedes M SUV 350 Blue Efficiency	14 377,54	8 001,65
Mitsubishi ASX SUV Invite	151 235,66	64 864,37
Mitsubishi Outlander SUV Intense+	9 268,53	5 549,19
Nissan Murano SUV Comfort	- 14 138,63	- 8 542,98
Nissan Qashqai +2 Visia	21 201,32	12 229,43
Opel Antara SUV Essentia	8 396,74	5 121,49
Range Rover Evoque 5D aut. Pure	- 14 049,22	-8 795,87
Subaru Forester SUV X Classic	25 771,68	14 356,99
Suzuki Grand Vitara 5D JLX ES	10 752,44	6 415,96
Škoda Yeti SUV Active	26 205,89	14 539,35
Toyota RAV4 SUV Terra	16 866,95	9 753,41

Volkswagen Tiguan SUV BlueMotion Trend & Fun	16 873,44	9 629,97
Volkswagen Touareg SUV BlueMotion 4Motion base	367,18	222,66
Volvo XC60 SUV aut. Kinetic	6 201,09	3 585,81
Volvo XC90 SUV Geartronic Kinetic	- 21 629,87	-10 829,8