

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

MOJCA URŠIČ

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**ANALIZA CEN RABLJENIH AVTOMOBILOV, PRIMER MODELA AUDI
A3**

Ljubljana, november 2013

MOJCA URŠIČ

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisana Mojca Uršič, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom Analiza cen rabljenih avtomobilov, primer modela Audi A3, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem dr. Jožetom Rovanom.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v diplomskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobila vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisala;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur. l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega diplomskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorice: _____

KAZALO

UVOD	1
1 ASIMETRIJA INFORMACIJ NA TRGU RABLJENIH AVTOMOBILOV	2
2 ZGODOVINA ZNAMKE AUDI.....	5
3 ANALIZA CENE RABLJENEGA AVTOMOBILA AUDI A3.....	7
3.1 Zbiranje podatkov	7
3.2 Specifikacija modela.....	8
3.2.1 Opis baze in spremenljivk	8
3.2.2 Določitev spremenljivke OPREMA.....	9
3.2.3 Pričakovanja glede predznakov in velikosti parametrov.....	11
3.2.4 Določitev matematične oblike modela	11
3.3 Ocenjevanje modela	12
3.3.1 Določitev primernejšega modela z Box-Coxovim testom	15
3.3.2 Preverjanje pravilnosti specifikacije regresijskega modela z RESET testom.....	17
3.3.3 Normalna porazdelitev slučajne napake u.....	18
3.3.3.1 <i>Kako ugotoviti (ne)veljavnost predpostavke?</i>	19
3.3.3.2 <i>Jarque-Bera test</i>	19
3.3.4 Multikolinearnost	21
3.3.4.1 <i>Odkrivanje multikolinearnosti</i>	22
3.3.4.2 <i>Kaj storiti, če je v modelu prisotna multikolinearnost?</i>	28
3.3.5 Heteroskedastičnost.....	29
3.3.5.1 <i>Odkrivanje heteroskedastičnosti</i>	31
3.3.5.2 <i>Whitov test</i>	32
3.3.6 Avtokorelacija	34
3.4 Presoja rezultatov modela.....	34
3.4.1 Mere primernosti oziroma zanesljivosti modela	34
3.4.2 Vpliv spremenljivk na ceno rabljenega avtomobila	36
SKLEP.....	37
LITERATURA IN VIRI.....	40
PRILOGE	

UVOD

Število avtomobilov se vsako leto povečuje, saj živimo v obdobju, kjer si življenja brez njih ne moremo več predstavljati. V Sloveniji ima osebni avto vsak drugi prebivalec, kar skupaj zneso kar 1,3 avtomobila na gospodinjstvo. Zanimiv je tudi podatek, da je bila Slovenija po številu izdelanih avtomobilov na prebivalca med evropskimi državami leta 2011 uvrščena na tretje mesto, takoj za Slovaško in Češko (STA, 2012; Zlobec & Žitnik, 2012).

Marsikdo se pri nakupu avtomobila odloči za rabljenega, saj si v zameno za starejši letnik avtomobila ter večje število prevoženih kilometrov lahko za nižjo ceno privoščimo vozilo, ki ga želimo imeti. Seveda je zadovoljstvo ob nakupu odvisno od preferenc vsakega posameznika, a vendarle se je pred nakupom rabljenega avtomobila dobro podrobno pozanimati ter preveriti, če je nakup, ki ga načrtujemo, kar se da optimalen. Zato je zanimivo vedeti, kateri so dejavniki, ki vplivajo na ceno rabljenega avtomobila, ter kakšen je nanjo njihov vpliv.

Namen diplomske naloge je torej analizirati, kako je cena rabljenega avtomobila Audi A3 odvisna od različnih faktorjev. V ta namen bomo oblikovali regresijski model, s pomočjo katerega bomo lahko ocenili, v kolikšni meri posamezen dejavnik vpliva na ceno rabljenega vozila. Poleg tega bomo skozi analizo predstavili postopek ekonometričnega raziskovanja, od zbiranja podatkov, specifikacije in ocenitve modela, do predstavitve dobljenih rezultatov.

Za ocenjevanje oblikovanega regresijskega modela bomo uporabili regresijsko analizo, to je metodo, ki proučuje povezavo med odvisno spremenljivko ter eno ali več pojasnjevalnimi spremenljivkami. Ker v našem primeru proučujemo linearno odvisnost cene rabljenega avtomobila od več faktorjev, bomo torej uporabili multiplo linearno regresijo. Za določevanje regresijskih koeficientov oblikovanega regresijskega modela poznamo več metod, a se zaradi preprostejše uporabe z matematičnega vidika najpogosteje uporablja metoda najmanjših kvadratov, ki jo bomo za ocenjevanje regresijskih koeficientov našega modela uporabili tudi mi.

Kako in koliko posamezen dejavnik vpliva na ceno rabljenega avtomobila brez analize ne moremo natančno vedeti, lahko pa v skladu s teorijo nekoliko predvidevamo, kakšen vpliv imajo na ceno različni faktori. Pričakujemo namreč, da na primer starost avtomobila ter število prevoženih kilometrov negativno vplivajo na ceno rabljenega vozila, medtem ko imajo moč in prostornina motorja ter opremljenost avtomobila na ceno rabljenega vozila pozitiven učinek.

Diplomsko delo je razdeljeno na tri poglavja. V prvem poglavju bomo predstavili problem asimetrije informacij, ki se pojavlja tudi na trgu rabljenih avtomobilov, ko imajo prodajalci o izdelku več informacij kot kupci, a te informacije kupca ne dosežejo zaradi različnih razlogov.

V drugem poglavju bomo opisali kratko zgodovino avtomobilske znamke Audi, kako je nemški proizvajalec avtomobilov nastal, kdo ga je ustanovil, ter kaj kratica Audi pomeni.

Bistveno je tretje poglavje diplomskega dela, ki je namenjeno analizi cene rabljenega avtomobila Audi A3. To poglavje se deli na štiri podpoglavja. Najprej bomo predstavili, kako smo zbirali podatke in kako oblikovali bazo rabljenih avtomobilov Audi A3, koliko časa smo bazo oblikovali, ter kakšne enote so vanjo vključene. Drugo podpoglavje bomo namenili specificiranju našega modela. To pomeni določitev odvisne in neodvisnih spremenljivk, oblikovanje pričakovanj glede predznakov parametrov ter določitev matematične oblike modela. Sledi tretji del, kjer bomo oblikovani model ocenili z metodo najmanjših kvadratov in tako dobili številčne ocene parametrov. Poleg tega moramo preveriti, če naš model zadostuje vsem predpostavkam omenjene metode. Nalogo bomo zaključili s presojo dobljenih rezultatov modela. Z natančnim opisom regresijskih koeficientov bomo izvedeli, kako posamezna pojasnjevalna spremenljivka vpliva na ceno rabljenega avtomobila Audi A3.

1 ASIMETRIJA INFORMACIJ NA TRGU RABLJENIH AVTOMOBILOV

V današnjem času imamo veliko možnosti za nakup rabljenega avtomobila. Kupimo ga lahko pri pooblaščenih prodajalcih, v raznih avtohišah, preko oglasov, predvsem na spletnih straneh, ter pri prijateljih in sorodnikih. Pri nakupu rabljenega avtomobila se srečujemo s tveganjem, da nam prodajalec ne bo zaupal vseh pomembnih informacij o avtomobilu, ki ga želimo kupiti. Zagotovo nam kdo lahko pove svojo izkušnjo, ko je po nakupu rabljenega avtomobila ugotovil, da avto v resnici ni takšne kakovosti, kot so mu zatrjevali prodajalci.

Na trgu rabljenih avtomobilov je lahko prisotna asimetrija informacij, kar pomeni, da imajo prodajalci o avtomobilu več informacij kot kupci, hkrati pa jim teh informacij ne posredujejo. Prodajalci, ki prodajajo avtomobile nizke kakovosti, želijo ta podatek prikriti, prodajalci visoko kakovostnih avtomobilov pa morda informacije o kakovosti ne morejo posredovati verodostojno (Lacko, 1986, str. 1).

Prisotnost enostranskih oz. asimetričnih informacij lahko negativno vpliva na delovanje trga, saj imajo prodajalci rabljenih avtomobilov na voljo možnost, da svoj dobiček gradijo na podlagi zavajanja kupcev. Posledično se kakovost izdelkov zmanjšuje in so na trgu na voljo samo izdelki nizke kakovosti. Trgovci, ki ponujajo visoko kakovostne izdelke, se morajo umakniti s trga, ker kupci, ki ne znajo razlikovati med resnično in zavajajočo kakovostjo, niso pripravljeni plačati premije, ki zagotavlja, da je avto zares kakovosten. Tako prodajalci dobrih avtomobilov nimajo dovolj dobička in se morajo zato umakniti s trga. Na trgu ostanejo samo trgovci z nizko kvalitetskimi izdelki. Tako vrsto tržne nepopolnosti, kjer slaba kvaliteta izpodrine dobro, imenujemo trg limon (Lacko, 1986, str. 3).

Termin trg limon (angl. *lemons market*) je leta 1970 prvi uporabil ekonomist Akerlof v svojem delu angl. *The Market For Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism*. V slovarju angleškega jezika (Gadsby, 1995, str. 811) najdemo, da je limona (angl. *lemon*) ameriški izraz za nekaj, kar je nekoristnega, ker ne deluje ali ne deluje pravilno. Na trgu rabljenih avtomobilov se torej izraz limona nanaša na avtomobil, ki se po nakupu nepričakovano izkaže za

pomanjkljivega. Trg limon je torej trg, kjer so na voljo avtomobili nizke kakovosti (Lacko, 1986, str. 3).

Na drugi strani pa obstajajo tržne sile, ki problem trga limon omejujejo pred preveliko razširitvijo. Prodajalci lahko namesto z zavajanjem kupcev dobiček ustvarjajo preko dobrega ugleda, ki si ga pridobijo s poštenim poslovanjem in prodajo visoko kakovostnih avtomobilov, saj zavajanje kupcev uniči ugled prodajalca, posledično pa povzroči upad prodaje in dobička. Eden izmed močnejših razlogov za poštenost prodajalca je želja pridobiti nadaljnje pokroviteljstvo zadovoljnega kupca in si tako zagotoviti dobiček v prihodnosti. To je mogoče le, če je prodajalec na trgu prisoten daljše časovno obdobje. V tem primeru lahko nezadovoljni kupci prodajalca tudi kaznujejo s prekinitvijo nadaljnjega sodelovanja, novi kupci pa se prodajalcu izognejo, če se o njem širijo govorice o zavajanju in slabi kakovosti njegovih izdelkov. Prodajalci se lahko še vedno poslužujejo zavajanja, vendar je tukaj prisotna potencialna izguba prodaje v prihodnosti. Če se ta izguba ne more primerjati s kratkoročnim dobičkom goljufanja kupcev, potem se lahko izognemo trgu limon in tako kakovost ponujenih izdelkov na trgu ne bo upadla (Lacko, 1986, str. 4; Telser, 1980, str. 28).

Poleg dobrega ugleda so tukaj še mehanizmi signalizacije, ki prodajalcem omogočajo posredno posredovanje informacij o kakovosti izdelkov, ki jih prodajajo. Signali omejujejo nastanek trga limon tako, da prodajalcem kakovostnih avtomobilov omogočajo verodostojno posredovanje informacij o izdelkih njihovim kupcem. Primer takega signala je nudenje garancije, oblike zavarovanja pred okvaro avtomobila. S pomočjo garancije lahko prodajalci svoje izdelke po kvaliteti ločijo od ostalih. Razloga, zakaj je garancija lahko pokazatelj kakovosti izdelka, sta dva. Prvič, ker so garancije drage za prodajalca in drugič, ker so stroški sistematično povezani z zanesljivostjo izdelka. Zato se zdi povsem logično, da prodajalci visoko kakovostnih izdelkov lahko ponudijo višjo garancijo kot prodajalci, ki prodajajo izdelke slabe kvalitete. Seveda je pri tem potrebno, da je zadevo, ki jo jamči garancija, mogoče naknadno objektivno preveriti tako s strani kupca kot prodajalca. V primeru, da za predmete nizke kakovosti obstaja večja verjetnost okvare, kot za predmete visoke kvalitete, potem garancija, ki jamči za okvaro, in je naknadno dokaj poceni preverljiva, lahko nadomesti garancijo glede same kvalitete izdelka, ki pa jo je naknadno zelo težko preveriti (Grossman, 1981, str. 462, 470; Lacko, 1986, str. 4; Spence, 1977, str. 561, 569).

Lacko (1986, str. 64) je v svoji študiji potrdil, da je cena avtomobilov, ki imajo tudi garancijo, večja od cene tistih avtomobilov, ki garancije nimajo. To pomeni, da so nekateri kupci pripravljeni plačati višjo ceno za avtomobil v zameno za garancijo. Vendar pa se kvaliteta obeh primerov avtomobilov med raziskavo ni razlikovala, zato je Lacko zaključil, da garancija na tem trgu ni delovala kot signal dobre kakovosti avtomobila.

Tudi oglaševanje je lahko primer signaliziranja dobre kvalitete izdelkov, če obstaja pozitivna povezava med kvaliteto izdelka in izdatki za oglaševanje. Prodajalci kvalitetnih izdelkov imajo zadovoljne kupce, ki jim s ponovnim sodelovanjem omogočajo dobiček tudi v prihodnosti. Tako lahko ti prodajalci porabijo več denarja za oglaševanje kot tisti, ki prodajajo nizko kakovostne

izdelke. Namen oglasov je, poleg povezave med nekim izdelkom in določeno znamko, kupce obveščati o obstoju prodajalca. Potrošniki verjamejo, da bolj kot prodajalec oglašuje, večja verjetnost je, da nakup pri tem prodajalcu ne bo zgrešen. Posledično velja, da večkrat kot kupci vidijo oglas, večja možnost obstaja, da bodo preizkusili oglaševan izdelek (Lacko, 1986, str. 4; Nelson, 1974, str. 732).

Torej, če je metoda signaliziranja učinkovita, potem se prodajalci visoko kakovostnih izdelkov na trgu ohranijo, izognemo se trgu limon in ponudba kakovostnih izdelkov ne bo upadla (Lacko, 1986, str. 4).

Kateri pristop bo prevladoval, ali zavajanje kupcev ali pošteno poslovanje s pomočjo dobrega ugleda in signaliziranja, je odvisno od različnih dejavnikov. Nekateri izmed njih so izdelki, ki jih najdemo na tem trgu, povpraševanje po teh izdelkih, hitrost potovanja informacij med potrošniki ter razlika med storški izdelave visoko in nizko kakovostnih izdelkov. Ali so tržne sile dovolj močne, da nadvladajo težnjo po goljufanju na posameznem trgu, pa je empirično vprašanje, na katerega ne moremo odgovoriti samo s teorijo (Lacko, 1986, str. 5).

Dva nasprotna primera prodajalcev glede na razmerje s kupcem sta prodajalec, ki svoj izdelek prodaja preko raznih oglasov, ter prodajalec, ki je prijatelj ali sorodnik kupca. Če primerjamo ta dva skrajna primera razmerij med prodajalcem in kupcem, se zdi, da je večja verjetnost prisotnosti asimetričnih informacij pri nakupu rabljenega avtomobila preko časopisnega ali internetnega oglasa, saj se tukaj prodajalec in kupec ne poznata, načeloma pa sodelujeta le enkrat in za še kakšno nadaljnje sodelovanje obstaja zelo majhna verjetnost. Zato ni priložnosti pridobitve dobrega ugleda, možnost signaliziranja pa je dokaj omejena. Oglaševanje nima pomena, saj prodajalec nima zagotovljenih prodaj v prihodnosti, garancije pa so neučinkovite, ker so težko izvršljive brez relativno velikih izdatkov kupca. Vse to še ne potrjuje, da je na tem trgu prisoten trg limon, lahko trdimo le, da so prisotne asimetrične informacije, saj osnovni dejavniki, kot so ponovno sodelovanje ter oblikovanje ugleda, ki tržnim silam omogočajo delovanje proti asimetriji informacij, na tem trgu niso prisotni. Obstaja pa možnost, da asimetrija informacij vodi v trg limon (Lacko, 1986, str. 8–9).

V primeru, ko sta prodajalec in kupec v sorodstvenem ali prijateljskem odnosu, je na tem trgu prisotna močna težnja po dobrem ugledu prodajalca, saj bosta kupec in prodajalec sodelovala v prihodnosti tudi pri številnih netržnih interakcijah. Zato se v tem primeru prodajalec izogiba zavajanju in goljufanju kupca. Kupci zaradi zgoraj naštetih dejavnikov prodajalcu zaupajo, poleg tega pa imajo lahko tudi neposredne informacije o kvaliteti avtomobila, kar še zmanjšuje možnost za asimetrijo informacij. Vse kaže na to, da je tudi v primeru prisotnosti asimetrije informacij pri trgovanju med prijatelji in sorodniki obstoj trga limon zelo malo verjeten (Lacko, 1986, str. 9).

Med oba skrajna primera razmerij prodajalca s kupcem lahko umestimo še večje trgovce, ki se ukvarjajo s prodajo rabljenih avtomobilov. Ti trgovci za razliko od privatnih prodajalcev, ki preko oglasa načeloma prodajajo le po en avtomobil, prodajajo veliko število avtomobilov, zato

imajo možnost graditve dobrega ugleda. Obstoje te možnosti lahko prepreči nastanek trga limon, ne moremo pa predpostavljati, da poslovanje s pomočjo dobrega ugleda prinese večji dobiček kot zavajanje in goljufanje kupcev, kar lahko trdimo za primer, kjer sta prodajalec in kupec v prijateljskem ali sorodstvenem odnosu (Lacko, 1986, str. 12).

Lacko (1986, str. 61–64) je podrobneje proučeval številna vprašanja, ki se nanašajo na kvaliteto izdelkov in asimetrijo informacij na trgu rabljenih avtomobilov, med njimi tudi to, ali imajo na omenjenem trgu prodajalci bistveno več informacij glede kvalitete avtomobilov kot kupci ter kakšno moč imajo težnje prodajalca po dobrem ugledu, če je prisotna asimetrija informacij. Na trgu novjših rabljenih avtomobilov ni zasledil obstoja asimetričnih informacij, pa tudi ne trga limon. Še več, zdi se, da se na trgu novjših rabljenih avtomobilov prodajalci soočajo z enako negotovostjo glede kvalitete avtomobila kot kupci. Zaradi tega tudi kupci, kljub temu, da asimetrija ni prisotna, niso povsem seznanjeni z informacijami o kakovosti. Se pa asimetrija informacij pojavi na trgu starejših rabljenih avtomobilov pri prodajalcih, ki prodajajo avtomobile preko oglasov. Prisoten je tudi trg limon, saj je bilo ugotovljeno, da je kvaliteta rabljenih avtomobilov, kupljenih preko oglasov, bistveno nižja od kvalitete avtomobilov, kupljenih pri prijateljih ali sorodnikih. To pomeni, da prodajalci visoko kakovostnih avtomobilov zaradi asimetrije le stežka prodajo avtomobil preko oglasa, saj kupci ne znajo oceniti kakovosti in zato niso pripravljeni plačati višje cene. Posledično se morajo prodajalci kvalitetnejših avtomobilov umakniti s tega trga, povprečna kvaliteta avtomobilov na trgu pa se zaradi tega zmanjša. Medtem pa pri nakupu avtomobila pri prijateljih in sorodnikih trg limon ni prisoten, zato tudi povprečna kvaliteta avtomobila tukaj ni prizadeta. Glede težnje prodajalcev po dobrem ugledu pa je Lacko ugotovil, da je vsaj deloma uspešna pri obvladovanju asimetrije informacij. Kvaliteta rabljenih avtomobilov, ki jih prodajajo trgovci, je bila namreč višja od kvalitete avtomobilov, ki so na voljo v oglasih, kjer prodajalci nimajo priložnosti pridobiti dobrega ugleda. Je pa bila kvaliteta pri trgovcih nižja od kvalitete avtomobilov, kupljenih od prijateljev oziroma sorodnikov, kjer je želja dobrega ugleda s strani prodajalca močno prisotna. A bistvene razlike med vsemi tremi primeri vseeno ni bilo. Vendar pa vse to še ne pomeni, da trgovci vedno razkrijejo vse informacije, ki jih imajo na voljo. Tudi ne pomeni, da kupci nikoli niso zavedeni s strani trgovca. Zagotovo se na trgu pojavljajo trgovci, ki se zavedajo pomanjkljivosti kakšnega rabljenega avtomobila, pa tega ne razkrijejo, morda celo namenoma. Vendar pa se očitno taki primeri ne pojavijo dovolj pogosto, da bi imeli pomemben škodljiv učinek na splošno učinkovitost trga.

Na koncu lahko sklenemo, da imajo informacije na trgu rabljenih avtomobilov pomembno vlogo, posledice, ki izhajajo iz njihove asimetrije, pa imajo lahko tudi negativne učinke. Vendar pa ima na drugi strani vpliv tudi želja trgovcev po pridobitvi dobrega ugleda (Lacko, 1986, str. 64).

2 ZGODOVINA ZNAMKE AUDI

Audi, nemški proizvajalec avtomobilov, ima sedež v Ingolstadtu v Nemčiji. Njegovi začetki segajo v 19. stoletje, ko je August Horch, eden izmed začetnikov nemške avtomobilske industrije, leta 1899 ustanovil podjetje Horch & Cie. Motorwagen Werke. Leta 1909 je prišlo do nesoglasij s člani uprave in nadzornega sveta podjetja in posledično je gospod Horch podjetje

zapustil. Kmalu zatem je v mestu Zwickau ustanovil novo, svoje drugo avtomobilsko podjetje. Ker je bilo njegovo ime že oddano za poimenovanje prvega podjetja ter zaščiteno kot blagovna znamka, je moral za novo poiskati drugo ime. Sin enega izmed Horchovih poslovnih partnerjev, študent latinščine, je predlagal, naj podjetje poimenujejo Audi. Latinski velelnik *audi*, slovensko prisluhni, je namreč latinski prevod Horchovega priimka, besede *horch*. Tako je od leta 1910 dalje podjetje delovalo pod imenom Audi Automobilwerke GmbH s sedežem v Zwickau (Mejniki znamke – August Horch in Audi, 2012; August Horch – Pionir avtomobilske industrije, 2012; Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi, 2012).

Tudi Audijev znak ima svoj pomen. Štirje sklenjeni krogi simbolizirajo združitev štirih proizvajalcev motornih vozil. Ti so že zgoraj omenjeni Audi in Horch ter DKW in Wanderer, ki so se leta 1932 združili v Auto Union AG s sedežem v Chemnitzu. Ob ustanovitvi je bil to drugi največji koncern v nemški industriji motornih vozil (Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi, 2012).

Podjetje Wanderer se je na začetku ukvarjalo z izdelovanjem dvokoles, leta 1902 pa so tu izdelali prvo motorno kolo. Leta 1913 so svojo proizvodnjo razširili na avtomobile. DKW je kratica nemške besede *Dampf-Kraft-Wagen*, kar v slovenščini pomeni avtomobil na parni pogon. Leta 1916 je ustanovitelj tega podjetja poskušal s poskusi razviti avtomobil s pogonom na paro in patentiral ime DKW. Leta 1919 se je podjetje preimenovalo, hkrati pa svojo proizvodjo preusmerilo v izdelovanje majhnih dvotaktnih motorjev, ki so kasneje predstavljali temelj za začetek proizvodnje motornih koles znamke DKW. Čez nekaj let so trgu predstavili svoje prvo malo osebno vozilo (Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi, 2012).

Vsa štiri podjetja, ki so se združila, so še naprej uporabljala svoja prvotna imena, hkrati pa je bil vsakemu izmed njih dodeljen poseben tržni segment. DKW je tako pokrival motorna kolesa in mala osebna vozila, Wanderer avtomobile srednjega razreda, Audi avtomobile zgornjega srednjega razreda, Horch pa luksuzne avtomobile višjega razreda. Tako je novi koncern pokrival celoten trg avtomobilske industrije, od motornih koles do luksuznih avtomobilov (Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi, 2012).

Po drugi svetovni vojni, leta 1945, so podjetje Auto Union AG, ki je imelo sedež v sovjetski okupacijski coni, razlastili. Vodilni zaposleni tega podjetja so zato odšli na Bavarsko in v mestu Ingolstadt leta 1949 ustanovili novo podjetje z imenom Auto Union GmbH, ki je nadaljevalo izdelovanje motornih vozil pod razpoznavnim simbolom štirih sklenjenih krogov. Sprva so začeli proizvajati preizkušena DKW-jeva motorna vozila z dvotaktnim motorjem, leta 1965 pa so v tem podjetju izdelali prvi povojni avtomobil s štiritaktnim motorjem. Takrat se je za to podjetje začelo novo obdobje, ki je s seboj prineslo tudi novo poimenovanje podjetja, Audi. Kmalu so opustili izdelovanje DKW-jevih modelov z dvotaktnim motorjem ter izdelovali nove modele s štiritaktnim motorjem. Od leta 1965 dalje je Audi del Volkswagnovega koncerna (Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi, 2012).

3 ANALIZA CENE RABLJENEGA AVTOMOBILA AUDI A3

Namen diplomskega dela je analizirati, kako je cena rabljenega avtomobila Audi A3 odvisna od različnih faktorjev. Ker je opazovanje celotne populacije, ki zagotovo šteje precejšnje število enot, v tem primeru nesmiselno ali celo nemogoče, bomo opazovanje izvedli samo na delu enot in nato sklepali na celotno populacijo. Torej je potrebno oblikovati vzorec oz. zbrati vse potrebne podatke, ki jih potrebujemo za proučevanje zastavljenega problema, oblikovati ustrezen regresijski model in model na koncu oceniti.

3.1 Zbiranje podatkov

Zbiranje podatkov o rabljenih avtomobilih v današnjih časih ni več tako težavno kot pred leti. Obstaja namreč veliko spletnih strani, kjer lahko njihovi uporabniki oddajo svoj oglas za prodajo avtomobila, kupci pa tam najdejo široko ponudbo glede na svoje povpraševanje. Ena izmed takih strani je tudi AVTO.NET, s pomočjo katere sem za namen proučevanja odvisnosti cene rabljenega avtomobila od ostalih spremenljivk oblikovala svojo bazo rabljenih avtomobilov znamke Audi, tip A3. Za to spletno stran sem se odločila, ker ponuja preko 100.000 oglasov avtomobilistične vsebine, delež osebnih vozil pa predstavlja približno 30 % celotne ponudbe oglaševanja. Poleg tega na tej spletni strani lahko oglašujejo tako posamezni prodajalci kot tudi večji trgovci, dodatno pa je bila po raziskavi MOSS (merjenje obiskčnosti spletnih strani) omenjena spletna stran razglašena za najbolj obiskano spletno stran v Sloveniji za mesec september leta 2011. Zato sklepam, da avtomobili, ki jih prodajalci in trgovci prodajajo na tej spletni strani, dobro predstavljajo celotno populacijo rabljenih avtomobilov (AVTO.NET, 1. slovenski avto sejem na internetu, 2012).

Bazo rabljenih avtomobilov sem oblikovala približno mesec dni, od 14. aprila 2011 do 19. maja 2011. V bazo sem vključila vse rabljene avtomobile Audi A3, ki so bili v tem obdobju dostopni preko oglasov na spletni strani AVTO.NET. Oblikovanje baze je trajalo toliko časa, ker je priprava nabora podatkov za večje število avtomobilov težko izvedljiva v zelo kratkem času. V bazo podatkov niso bili vključeni vidno poškodovani avtomobili. Ker analiziramo cene rabljenih avtomobilov v Sloveniji, so se vsi avtomobili, ki so vključeni v bazo podatkov, prodajali na slovenskem trgu rabljenih avtomobilov.

Zaradi lažjega proučevanja sem izbrala samo en tip avtomobila, Audi A3. Za ta avtomobil sem se odločila, ker je srednje velikosti, na cesti ga velikokrat opazimo, vendar ne tako pogosto, kot nekatere avtomobile nižjega cenovnega razreda. Eden izmed razlogov je seveda tudi ta, da mi je omenjeni tip avtomobila všeč. Ker proučujemo samo en tip avtomobila, so podatki med seboj lažje primerljivi, izognemo pa se tudi težavi glede vključitve cene novega avtomobila. Poleg tega na regresijski model ne vplivajo razni zunanji dejavniki kot na primer višja cena določenih avtomobilov zaradi priznanosti znamke ali večje zanesljivosti od drugih avtomobilov. Velja pa si zapomniti, da so bili podatki zbrani v letu 2011, ko je bila po svetu in v Sloveniji navzoča gospodarska kriza, katere posledice so lahko prisotne tudi pri cenah rabljenih avtomobilov.

Ker sem se odločila za analizo točno določenega modela rabljenega avtomobila, pri zbiranju podatkov nisem imela večjih težav. Nekoliko nevhvalno je bilo le beleženje opremljenosti avtomobila, ker posamezni prodajalci, ki svoj avtomobil prodajajo preko spletnih oglasov, opremljenosti avtomobila ne opišejo natančno.

3.2 Specifikacija modela

Eden izmed korakov, ki jih moramo opraviti, kadar se lotimo proučevanja povezav med spremenljivkami, je, da to povezavo izrazimo v matematični obliki oz. model pravilno specificiramo. Pfajfar (1998, str. 11) pri specifikaciji modela navaja tri ključne korake:

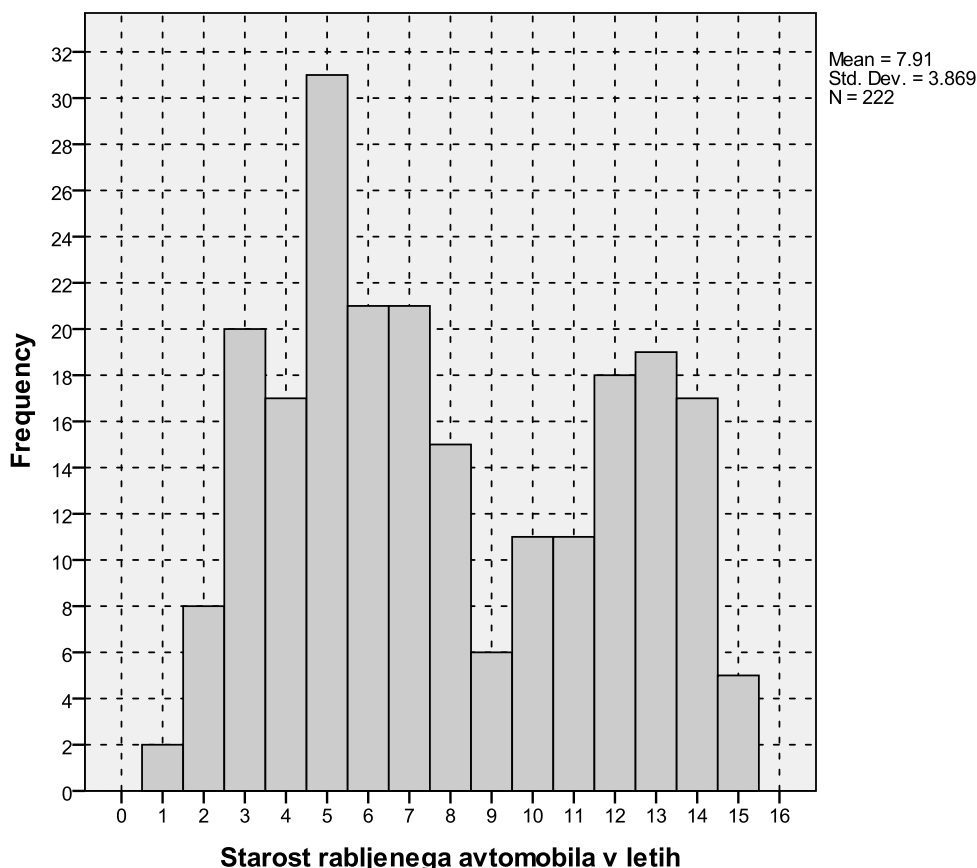
1. določitev spremenljivk, ki bodo vključene v model (odvisna spremenljivka in neodvisne spremenljivke),
2. oblikovanje pričakovanj glede predznakov in velikosti parametrov,
3. določitev matematične oblike modela.

Najprej se moramo na podlagi teorije odločiti, katere neodvisne spremenljivke vplivajo na odvisno in jih bomo zato vključili v model. Le na podlagi te odločitve lahko zberemo potrebne podatke in oblikujemo ustrezen vzorec enot. Običajno neposredno v funkcijo vključimo le najbolj pomembne pojasnjevalne spremenljivke. Ostalih pojasnjevalnih spremenljivk, ki na odvisno spremenljivko nimajo velikega vpliva, v funkcijo ne vključimo, saj je njihov vpliv v modelu upoštevan v slučajni spremenljivki u . Ko se odločimo, katere spremenljivke bomo vključili v model, lahko določimo teoretična pričakovanja glede velikosti in predznakov parametrov, na podlagi katerih bomo kasneje presodili, ali smo dobili ustrezne rezultate modela. Nazadnje določimo še matematično obliko modela. Ta korak vključuje določitev števila enačb, ki jih bo vseboval ekonomski model, ter natančno obliko modela, ki je lahko linearna ali nelinearna (Pfajfar, 1998, str. 11–13).

3.2.1 Opis baze in spremenljivk

Zbrali smo podatke o 222 rabljenih avtomobilih znamke Audi, tip A3. Najstarejši avtomobili so bili v času oblikovanja baze podatkov stari 15 let, najnovejši pa 1 leto.

Slika 1: Grafični prikaz strukture starosti rabljenih avtomobilov v bazi podatkov



V skladu z namenom raziskovanja je odvisna spremenljivka cena avtomobila. Ostale spremenljivke, ki teoretično vplivajo na ceno rabljenega avtomobila, so neodvisne. Neodvisne spremenljivke, ki jih bomo vključili v model, so starost avtomobila, moč in prostornina motorja, število prevoženih kilometrov, stopnja opremljenosti avtomobila ter tip motorja (glej Prilogo 1). Spremenljivke so večinoma številske, nekatere zvezne, druge diskretne. Opisna spremenljivka je ena in opisuje, kakšen tip motorja ima avtomobil. Vse spremenljivke in njihove oznake so navedene v nadaljevanju:

- CENA – cena avtomobila v EUR
- STAROST – starost avtomobila v letih
- MOC – moč motorja v kilovatih
- PROSTORNINA – prostornina motorja v kubičnih centimetrih
- KM – število prevoženih kilometrov
- OPREMA – opremljenost avtomobila (dodatna oprema), izražena v %
- MOTOR – tip motorja: bencinski ali dizelski motor

3.2.2 Določitev spremenljivke OPREMA

Oprema je sestavljena iz večih opisnih spremenljivk. V našem primeru imajo vse opisne spremenljivke samo dve vrednosti, 0 ali 1. Ti dve vrednosti označujeta, ali ima rabljen avtomobil

neko lastnost ali ne. Vse spremenljivke, ki predstavljajo dodatno opremo rabljenega avtomobila in so združene v spremenljivko OPREMA, ter njihove oznake, so naslednje:

- STREHA – električno dvižno pomično strešno okno
- ALU PLATISCA – lita aluminijasta platišča
- PODVOZJE – športno podvozje
- TLAK – sistem za nadzor zračnega tlaka v pnevmatikah
- D SENZOR – senzor za dež
- XENON – xenonski žarometi
- MEGLENKE – meglenki v prednjem odbijaču
- CISCENJE – naprava za čiščenje žarometov
- ALARM – alarmna naprava
- LES – dekorativni elementi lesa v notranjosti
- ALU – dekorativni elementi iz aluminija v notranjosti
- USNJE – usnjeni sedeži
- EL NASTAVITEV – električna nastavitev voznikovega sedeža
- GRETJE – ogrevanje sprednjih sedežev
- NASLON – sredinski naslon za roke spredaj
- KLIMA – klimatska naprava
- OGLEDALA – električno nastavljivi in ogrevani zunanji ogledali
- US VOLAN – usnjen volan
- TEMPOMAT – tempomat
- SENCNIK – zložljiv senčnik za zadnje steklo
- CD – CD strežnik
- USB – priprava za USB ključ
- MOBI – priprava za mobilni telefon z napravo za prostoročno telefoniranje
- NAVIGACIJA – navigacijski sistem z upravljalno logiko MMI in navigacijsko DVD-ploščo za Evropo
- KLJUKA – snemljiva vlečna kljuka
- P SENZOR – akustični parkirni sistem zadaj

Vse zgoraj navedene spremenljivke, ki predstavljajo opremljenost avtomobila, sem združila v eno samo po naslednjem postopku (glej Prilogo 2): s pomočjo informativnega cenika dodatne opreme avtomobila Audi A3 za modelsko leto 2012, ki sem ga našla na Audijeve spletni strani za Slovenijo, sem vsakemu kosu opreme določila ceno, ki jo mora kupec doplačati, če želi imeti v svojem avtomobilu izbrani kos opreme. Nato sem vse cene seštel in dobila vsoto, ki predstavlja ceno celotne dodatne opreme. S pomočjo te cene sem za vsak kos dodatne opreme izračunala, kakšen delež predstavlja v celotni opremi. Na koncu sem za vsak avtomobil v vzorcu te deleže seštel in dobila končno številko, ki predstavlja vrednost spremenljivke oprema.

3.2.3 Pričakovanja glede predznakov in velikosti parametrov

Kot smo že omenili, je pri specifikaciji modela pomembno določiti tudi teoretična pričakovanja o predznakih regresijskih koeficientov, saj na podlagi pričakovanih predznakov na koncu lahko presodimo ustreznost dobljenih rezultatov modela. Ker imamo šest neodvisnih spremenljivk, moramo določiti predznake šestim parametrom. Zapišimo povezavo odvisne spremenljivke z neodvisnimi v linearni obliki, vendar zgolj za lažjo predstavo o parametrih, saj bomo pravilno matematično obliko modela z ustreznimi postopki določili v nadaljevanju.

$$CENA = \beta_0 + \beta_1 STAROST + \beta_2 OPREMA + \beta_3 KM + \beta_4 MOC + \beta_5 PROSTORNINA + \beta_6 MOTOR + u \quad (1)$$

V skladu s splošno teorijo o vplivu zgoraj omenjenih spremenljivk na ceno rabljenega avtomobila pričakujemo naslednje predznake parametrov.

Parameter β_1 , ki se nahaja pri spremenljivki STAROST, naj bi po pričakovanjih imel negativen predznak, saj imajo navadno starejši avtomobili nižjo ceno.

Parameter β_2 pri spremenljivki OPREMA naj bi bil pozitiven, saj so boljše opremljeni avtomobili vedno dražji od tistih z manj opreme.

Parameter β_3 , ki se nahaja pri številu prevoženih kilometrov, bo po pričakovanjih imel negativen predznak, saj sta običajno število prevoženih kilometrov in cena avtomobila negativno medsebojno povezana.

Parameter β_4 naj bi imel pozitiven predznak, saj močnejši kot je motor avtomobila, večja je njegova cena.

Tudi parameter β_5 naj bi bil pozitiven iz podobnih razlogov kot parameter β_4 , saj sta namreč prostornina motorja in cena avtomobila pozitivno povezana.

Parameter β_6 pri opisni spremenljivki MOTOR (spremenljivka pri vrednosti 1 predstavlja dizelski motor, pri vrednosti 0 pa bencinskega) bo po pričakovanjih tudi pozitiven, saj so navadno avtomobili z dizelskim motorjem dražji od avtomobilov z bencinskim motorjem.

3.2.4 Določitev matematične oblike modela

Da dobimo model, ki ga potrebujemo za naše proučevanje, moramo pravilno določiti njegovo matematično obliko. Zanima nas, ali je model linearen ali nelinearen. Sama ekonomska teorija velikokrat ne določa, kakšna je matematična oblika povezave med spremenljivkami, ki so vključene v model. Zato si lahko pomagamo tako, da zbrane podatke prikažemo v razsevnem diagramu. Razsevni diagram je dvodimenzionalen diagram, na katerem je predstavljena

povezava med odvisno spremenljivko in eno pojasnjevalno spremenljivko. Če imamo v modelu vključenih več pojasnjevalnih spremenljivk, je za določitev matematične oblike modela najbolje pripraviti več razsevnih diagramov, saj na enem diagramu običajno predstavimo le dve spremenljivki hkrati (Pfajfar, 1998, str. 14).

V našem primeru proučujemo odvisnost cene rabljenega avtomobila od šestih neodvisnih spremenljivk. Splošno populacijsko regresijsko funkcijo zapišemo na naslednji način:

$$E(CENA | STAROST, OPREMA, KM, MOC, PROSTORNINA, MOTOR) = f(STAROST, OPREMA, KM, MOC, PROSTORNINA, MOTOR) \text{ oziroma}$$

$$CENA_i = E(CENA | STAROST, OPREMA, KM, MOC, PROSTORNINA, MOTOR) + u_i, \quad (2)$$

kjer u_i predstavlja slučajni odklon pri i -ti opazovani enoti.

Ker imamo šest neodvisnih spremenljivk in je ena od njih neprava oz. dummy spremenljivka, smo torej pripravili pet razsevnih diagramov (glej Prilogo 3), kjer smo s točkami in regresijsko premico prikazali odvisnost cene rabljenega avtomobila od ostalih neodvisnih spremenljivk. Na prvi pogled se zdi, da je odvisna spremenljivka s pojasnjevalnimi spremenljivkami linearno odvisna, zato smo grafikonu dodali linearno regresijsko funkcijo. Da pa bomo problem kar se da dobro proučili, bomo poleg linearnega regresijskega modela zaradi različne interpretacije rezultatov ocenili tudi potenčni model in nato z ustreznimi testi ugotovili, katera oblika funkcije je primernejša. Možna modela multiple regresije sta torej sledeča:

- Linearni populacijski regresijski model

$$CENA_i = \beta_0 + \beta_1 STAROST_i + \beta_2 OPREMA_i + \beta_3 KM_i + \beta_4 MOC_i + \beta_5 PROSTORNINA_i + \beta_6 MOTOR_i + u_i \quad (3)$$

- Potenčni populacijski regresijski model

$$CENA_i = e^{\beta_0} STAROST_i^{\beta_1} OPREMA_i^{\beta_2} KM_i^{\beta_3} MOC_i^{\beta_4} PROSTORNINA_i^{\beta_5} e^{\beta_6 MOTOR_i} e^{u_i} \quad (4)$$

Kateri model je za proučevanje analize cene rabljenega avtomobila v našem primeru ustrežnejši, bomo določili v nadaljevanju s pomočjo testov, ki so oblikovani posebej za ta namen.

3.3 Ocenjevanje modela

Ko določimo matematično obliko modela, moramo ta model na osnovi vzorčnih podatkov oceniti, tako da dobimo številčne ocene parametrov modela. Na tem mestu je pomembno predvsem to, da poznamo različne ekonometrične metode in njihove predpostavke (Pfajfar, 1998, str. 15).

Glavni cilj ocenjevanja je, da na podlagi regresijskega modela vzorčnih podatkov s pomočjo ekonometrične metode čim natančneje ocenimo populacijski regresijski model. Poznamo več metod določevanja regresijskih koeficientov, najpogostejše pa se uporablja metodo najmanjših kvadratov, predvsem zato, ker je z matematičnega vidika preprostejša od ostalih (Gujarati, 2003, str. 58).

Pri uporabi metode najmanjših kvadratov moramo upoštevati njene predpostavke, ki so naslednje (Gujarati, 2003, str. 66–75):

1. Populacijski regresijski model je linearen v parametrih.
2. Vrednosti pojasnjevalnih spremenljivk so pri ponovitvah vzorca fiksne oz. nestohastične.
3. Matematično upanje oz. pričakovana vrednost slučajne napake u pri danih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk je enaka 0.

$$E(u_i|X_i) = 0 \quad (5)$$

4. Homoskedastičnost, kar pomeni, da je varianca slučajne napake u pri danih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk konstantna.

$$Var(u_i|x_{1i}...x_{ki}) = \sigma^2 \quad (6)$$

5. Pri danih pojasnjevalnih spremenljivkah ni korelacije med vrednostmi slučajnih napak oz. v modelu ni prisotna avtokorelacija.

$$cov(u_i, u_j | X_i, X_j) = 0 \quad (7)$$

6. Kovarianca med slučajno napako in pojasnjevalnimi spremenljivkami je enaka 0.

$$cov(u_i, X_i) = 0 \quad (8)$$

7. Velikost vzorca n mora biti večja od števila parametrov, ki jih moramo oceniti, ali povedano z drugimi besedami, velikost vzorca mora biti večja od števila pojasnjevalnih spremenljivk.
8. Vrednosti pojasnjevalnih spremenljivk morajo variirati.
9. Model mora biti pravilno specificiran.
10. V modelu ne sme biti prisotne popolne multikolinearnosti, kar pomeni, da med pojasnjevalnimi spremenljivkami ni popolne linearne povezanosti.

Če želimo regresijski model oceniti z metodo najmanjših kvadratov, mora biti le-ta linearen v parametrih, kot to zahteva prva predpostavka. Kot nam že samo ime pove, linearni model izpolnjuje prvo predpostavko, zato njegove oblike ni potrebno spreminjati. Dodamo mu tudi nepravno spremenljivko MOTOR.

Zapišimo le obliko modela vzorčnih podatkov, ki je sledeča:

$$\widehat{CENA}_i = b_0 + b_1 STAROST_i + b_2 OPREMA_i + b_3 KM_i + b_4 MOC_i + b_5 PROSTORNINA_i + b_6 MOTOR_i \quad (9)$$

Odločili smo se, da v model ne bomo vključili spremenljivke PROSTORNINA. Razlogi so naslednji:

- Če v model skušamo hkrati vključiti vse neodvisne spremenljivke, so regresijski koeficienti tipa motorja, njegove moči in prostornine statistično neznačilni, ker so te spremenljivke medsebojno močno povezane (glej Prilogo 5.1).
- Moč motorja in prostornina motorja sta tehnološko povezani, saj imajo motorji z večjo prostornino v povprečju tudi večjo moč; opazamo kolinearnost obeh spremenljivk (glej Prilogo 4).
- Prostornina in tip motorja sta tudi močno povezani; v Audi A3 vgrajeni dizelski motorji imajo praviloma večjo prostornino kot bencinski (glej Prilogo 4).
- Parcialni korelacijski koeficient med močjo in tipom motorja pri izločenem vplivu prostornine je srednje močen in negativen, kar potrjuje znano tehnično zakonitost, da so pri enaki prostornini bencinski motorji močnejši od dizelskih (glej Prilogo 4).
- Cene rabljenih avtomobilov obeh tipov motorja se močno razlikujejo, avtomobili z dizelskimi motorji so v povprečju bistveno dražji. V primeru, da v model najprej vključimo tip motorja (obvezna vključitev v prvem koraku), nato pa postopoma še ostale pojasnjevalne spremenljivke, vidimo, da se regresijska procedura v SPSS na koncu odloča med dvema spremenljivkama, med močjo in prostornino motorja. Intenziteta vpliva obeh spremenljivk na odvisno spremenljivko je podobna, saj je njun parcialni regresijski koeficient s ceno avtomobila skoraj enak (glej Prilogo 5.2).

V skladu z naštetimi argumenti smo se odločili, da damo prednost moči motorja pred prostornino.

Model ocenimo z metodo najmanjših kvadratov. Pomagamo si s programom SPSS in model ocenimo po metodi Enter, ki vse spremenljivke v skupini v model vključi naenkrat. Dobimo naslednje vrednosti regresijskih koeficientov (glej Prilogo 6):

$$\widehat{CENA}_i = 15828,125 - 968,372 STAROST_i + 54,728 OPREMA_i - 0,024 KM_i + 27,959 MOC_i + 1114,372 MOTOR_i \quad (10)$$

Potenčni model prve predpostavke metode najmanjših kvadratov ne izpolnjuje, saj je nelinearen v parametrih, pa tudi v spremenljivkah. Zato ga moramo preoblikovati v linearno obliko, saj ga bomo le tako lahko ocenili z metodo najmanjših kvadratov. Potenčni model preoblikujemo v linearno obliko s pomočjo logaritmiranja. Iz enačbe (4) torej dobimo:

$$\ln CENA_i = \beta_0 + \beta_1 \ln STAROST_i + \beta_2 \ln OPREMA_i + \beta_3 \ln KM_i + \beta_4 \ln MOC_i + \beta_5 \ln PROSTORNINA_i + \beta_6 MOTOR_i + u_i \quad (11)$$

Dobili smo model oblike, ki mu rečemo tudi dvojni logaritemski model. Zapišimo regresijski model vzorčnih podatkov:

$$\ln \widehat{CENA}_i = b_0 + b_1 \ln STAROST_i + b_2 \ln OPREMA_i + b_3 \ln KM_i + b_4 \ln MOC_i + b_5 \ln PROSTORNINA_i + b_6 MOTOR_i \quad (12)$$

Sedaj model lahko ocenimo z metodo najmanjših kvadratov. Iz enakih razlogov kot pri linearnem modelu (povezanost spremenljivk moč in prostornina motorja ter visoka korelacija med prostornino in tipom motorja) tudi v dvojni logaritemski model ne vključimo spremenljivke PROSTORNINA. Model tudi tokrat ocenimo s pomočjo programa SPSS po metodi Enter, vrednosti regresijskih koeficientov pa so naslednje (glej Prilogo 7):

$$\ln \widehat{CENA}_i = 10,886 - 0,977 \ln STAROST_i + 0,123 \ln OPREMA_i - 0,080 \ln KM_i + 0,059 \ln MOC_i + 0,306 MOTOR_i \quad (13)$$

3.3.1 Določitev primernejšega modela z Box-Coxovim testom

Izbrati moramo torej med linearnim in dvojn timer logaritemskim modelom. Ker na prvi pogled ne moremo določiti, kateri model ima v našem primeru večjo razlagalno moč, si pomagamo z Box-Coxovim testom, ki je namenjen prav odločanju med omenjenima modeloma in temelji na uporabi nepojasnenih vsot kvadratov. Zanima nas torej, ali sta modela empirično enakovredna ali ne, kar zapišemo v ničelni in alternativni domnevi.

H_0 : modela sta empirično enakovredna

H_1 : modela nista enakovredna

Box-Coxov test naredimo po naslednjem postopku (Pfajfar, 2000, str. 122–123). Najprej za oba modela izračunamo nepojasnjeno vsoto kvadratov (glej Prilogi 6 in 7):

- nepojasnjena vsota kvadratov linearnega modela: $NVK_L = 6,689 * 10^8$
- nepojasnjena vsota kvadratov dvojn timer logaritemskega modela: $NVK_{DL} = 15,031$

Nato izračunamo geometrijsko sredino odvisne spremenljivke po formuli

$$\bar{y}_G = \left(\prod_{i=1}^n y_i \right)^{\frac{1}{n}} = e^{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln y_i} \quad (14)$$

in dobimo $\bar{y}_G = 7007,6171$.

V naslednjem koraku izračunamo l statistiko po formuli:

$$l = \frac{n}{2} \left| \ln \left(\frac{NVK_L / \bar{y}_G^2}{NVK_{DL}} \right) \right| \quad (15)$$

$$\text{In dobimo } l = \frac{222}{2} \left| \ln \left(\frac{6,689 \cdot 10^8 / 7007,6171^2}{15,031} \right) \right| = \frac{222}{2} \left| \ln \left(\frac{13,6214}{15,031} \right) \right| = 10,9308.$$

l statistika se porazdeljuje v χ^2 porazdelitvi z eno stopinjo prostosti ($l \sim \chi^2_{(1)}$). Ničelno domnevo zavrnemo, kadar je $l > \chi^2_{(m=1; \alpha)}$.

$$\chi^2_{(m=1; \alpha=0,05)} = 3,8415$$

$$\chi^2_{(m=1; \alpha=0,01)} = 6,6349$$

$$\chi^2_{(m=1; \alpha=0,001)} = 10,8276$$

H_0 zavrnemo pri $\alpha = 0,001$ ($10,9308 > 10,8276$) in sprejmemo sklep, da modela nista enakovredna. Torej ni vseeno, katerega od njiju bomo uporabili. Če velja

$$\frac{NVK_L}{\bar{y}_G^2} < NVK_{DL} \quad (16)$$

je primernejši linearni model, če pa je

$$\frac{NVK_L}{\bar{y}_G^2} > NVK_{DL} \quad (17)$$

je bolje uporabiti dvojni logaritemski model. Ker v našem primeru velja neenakost (16), saj je $13,6214 < 15,031$, lahko zaključimo, da je primernejši linearni model.

Če natančneje pogledamo ocene regresijskih koeficientov obeh modelov in njihove statistične značilnosti, je dobljen rezultat nekoliko pričakovan. Pri dvojnem logaritemskem modelu (Priloga 7) je namreč spremenljivka $\ln MOC$, ki predstavlja naravni logaritem moči motorja, statistično neznačilna (pri vrednosti $p = 0,602$). To pomeni, da ta pojasnjevalna spremenljivka ne vpliva na odvisno spremenljivko, kar je v nasprotju z našimi pričakovanji. Poleg tega lahko preverimo še, kateri od obeh modelov ima višji determinacijski koeficient, saj je navadno le-ta ustrežnejši za analizo. Determinacijska koeficienta linearne in dvojne logaritemske modela med seboj ne moremo primerjati, ker imata modela različni odvisni spremenljivki. Determinacijski koeficient linearne modela namreč kaže delež pojasnjene variabilnosti cene rabljenega avtomobila, determinacijski koeficient dvojne logaritemske modela pa delež pojasnjene variabilnosti logaritmov cene rabljenega avtomobila. Da zagotovimo primerljiva determinacijska koeficienta, uporabimo pravilo, ki pravi, da je determinacijski koeficient regresijskega modela enak kvadratu korelacijskega koeficienta med opazovanimi in z regresijskim modelom ocenjenimi vrednostmi odvisne spremenljivke. Torej antilogaritmiramo

ocene logaritmov cene rabljenih avtomobilov, ki smo jih dobili na podlagi dvojne logaritemske funkcije. Nato izračunamo kvadrat korelacijskega koeficienta med njimi in opazovanimi vrednostmi cene rabljenega avtomobila.

$$R_{DL}^{2*} = \left(r_{CENA, e^{ln\widehat{CENA}}} \right)^2 \quad (18)$$

Dobimo $R_{DL}^{2*} = (0,843)^2 = 0,711$. Opazimo lahko, da je determinacijski koeficient linearnega modela večji ($R_L^2 = 0,911 > (R_{DL}^{2*} = 0,711)$), linearni model pa s tega vidika za našo analizo primernejši, saj je v linearnem modelu variabilnost cene rabljenega avtomobila bolj pojasnjena kot v dvojnem logaritemskem modelu. Vse to je le še dodatno potrdilo, da je linearni model v našem primeru prava izbira.

3.3.2 Preverjanje pravilnosti specifikacije regresijskega modela z RESET testom

Ko smo določili, da je linearni model v našem primeru primernejši od dvojnega logaritemskega, lahko sedaj še preverimo, če je linearni model pravilno specificiran. Pri tem si pomagamo z RESET testom, ki je namenjen preverjanju pravilnosti specifikacije regresijskega modela. RESET test naredimo po spodaj opisanem postopku (Pfajfar, 2000, str. 120–121).

Najprej ocenimo regresijski model, za katerega preverjamo pravilnost specifikacije. Linearni model smo že ocenili (glej Prilogo 6) in dobili vrednosti regresijskih koeficientov v enačbi (10). Determinacijski koeficient osnovnega modela je $R_O^2 = 0,911$, število parametrov pa $k_O = 6$.

Nato pripravimo razsevni diagram, ki nam pokaže povezavo med ocenjenimi vrednostmi odvisne spremenljivke ($\widehat{CENA}$) in ostanki e (glej Prilogo 8). Najprej s pomočjo regresijske funkcije izračunamo ocenjene vrednosti odvisne spremenljivke, ter nato ostanke po formuli

$$e = CENA - \widehat{CENA} \quad (19)$$

za vsako enoto v vzorcu. Ko imamo potrebne vrednosti, lahko izrišemo razsevni diagram. Krivulja na diagramu je v obliki parabole, kar nam pove, da obstaja možnost, da naš model ni pravilno specificiran. Zato nadaljujemo z RESET testom.

Ker je krivulja v razsevni diagramu v obliki parabole, proučevani model razširimo z vključitvijo nove spremenljivke $\widehat{CENA}^2$ in tako razširjeni model ocenimo (glej Prilogo 9).

$$CENA_i = \beta_0 + \beta_1 STAROST_i + \beta_2 OPREMA_i + \beta_3 KM_i + \beta_4 MOC_i + \beta_5 MOTOR_i + \beta_6 \widehat{CENA}_i^2 + u_i \quad (20)$$

$$\widehat{CENA}_i = b_0 + b_1 STAROST_i + b_2 OPREMA_i + b_3 KM_i + b_4 MOC_i + b_5 MOTOR_i + b_6 \widehat{CENA}_i^2 \quad (21)$$

$$\widehat{CENA}_i = 6899,710 - 359,096 STAROST_i - 21,247 OPREMA_i + 0,002 KM_i - 1,679 MOC_i + 417,520 MOTOR_i + 4,455 \cdot 10^{-5} \widehat{CENA}_i^2 \quad (22)$$

Determinacijski koeficient novega modela je $R_N^2 = 0,957$, število parametrov pa $k_N = 7$.

Nato z F-statistiko preverimo, ali je bilo širjenje modela smiselno, še prej pa postavimo ničelno in alternativno domnevo.

$$H_0: \beta_6 = 0$$

$$H_1: \beta_6 \neq 0$$

F statistiko izračunamo po formuli

$$F = \frac{(R_N^2 - R_o^2) / (k_N - k_O)}{(1 - R_N^2) / (n - k_N)} \quad (23)$$

$$\text{in dobimo } F = \frac{(0,957 - 0,911) / (7 - 6)}{(1 - 0,957) / (222 - 7)} = 230.$$

F se porazdeljuje asimetrično v desno s stopinjami prostosti $m_1 = k_N - k_O$ in $m_2 = n - k_N$.

$$F_{(m_1 = 1, m_2 = 215; \alpha = 0,05)} = 3,84$$

$$F_{(m_1 = 1, m_2 = 215; \alpha = 0,01)} = 6,63$$

$$F_{(m_1 = 1, m_2 = 215; \alpha = 0,001)} = 10,83$$

H_0 zavrnamo pri $\alpha = 0,001$ in sprejmemo sklep, da je bila širitev modela smiselna. To pomeni, da naš osnovni model ni ustrezno specificiran, ne pomeni pa, da je razširjeni model vsebinsko primernejši. Vzrokov za napačno specifikacijo modela je več. Lahko smo iz modela izpustili pomembno spremenljivko ali pa smo vanj vključili kakšno nepotrebno. Mogoče je tudi, da smo uporabili napačno funkcijsko obliko. Kateri razlog je pravi, ne vemo, saj z RESET testom teh informacij ne dobimo. Vemo le, da najbrž obstaja kak drug model, ki bolje pojasni odvisnost cene rabljenega avtomobila od pojasnjevalnih spremenljivk kot model take oblike, ki smo jo izbrali mi. Ker pa je determinacijski koeficient našega modela visok, $R^2 = 0,911$, kar pomeni, da je z izbranimi neodvisnimi spremenljivkami pojasnjeno kar 91,1 % variabilnosti cene rabljenega avtomobila, za obstoječi model ne bomo iskali boljše alternative in bomo za nadaljnje proučevanje ohranili kar izbrani model.

3.3.3 Normalna porazdelitev slučajne napake u

Predpostavka, ki govori o normalni porazdelitvi slučajne napake u, pravi, da je matematično upanje oz. pričakovana vrednost slučajne napake u pri danih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk enaka 0. Simbolično predpostavko zapišemo kot

$$E(u|X_{1i}, \dots, X_{ki}) = 0 \text{ ali na kratko } E(u) = 0 \quad (24)$$

Ta predpostavka pomeni, da tisti dejavniki, ki v vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk niso vključeni, na odvisno spremenljivko nimajo vpliva oz. je njihov skupni učinek na odvisno spremenljivko enak 0. Pozitivni učinki naj bi se namreč izravnali z negativnimi, skupnega vpliva na odvisno spremenljivko pa naj zato ne bi bilo. Če pri specifikaciji modela v model ne vključimo kakšne pomembne spremenljivke, potem je njen vpliv na odvisno spremenljivko zajet v vrednostih slučajne spremenljivke u . Njena vsota pri danih vrednostih pojsnjevalnih spremenljivk zato ni več enaka 0, kar pomeni, da je opisana predpostavka kršena. Zato je zelo pomembno, da je naš model pravilno specificiran (Pfajfar, 1997, str. 51).

3.3.3.1 Kako ugotoviti (ne)veljavnost predpostavke?

Za ugotavljanje veljavnosti omenjene predpostavke imamo na voljo več možnosti. Ena izmed njih je prikaz porazdelitve standardiziranih vrednosti napak regresijskega modela v histogramu ali poligonu. Lahko pa se poslužimo računskih testov, kot so izračun χ^2 statistike, Kolmogorov-Smirnov test, Shapiro-Wilkow test, testi, ki temeljijo na preverjanju le asimetrije ali le sploščenosti porazdelitve, in Jarque-Bera test. V nadaljevanju bomo s pomočjo slednjega poskušali ugotoviti, ali omenjena predpostavka velja za naš model (Pfajfar, 2000, str. 143–145).

3.3.3.2 Jarque-Bera test

Z Jarque-Bera testom preverimo, ali se slučajna napaka u porazdeljuje normalno. Test temelji na meri asimetrije in meri sploščenosti. Mera asimetrije nam pove, ali je porazdelitev simetrična ali asimetrična, z izračunom mere sploščenosti pa ugotovimo, ali je porazdelitev normalna, koničasta ali sploščena. Veljata spodnji pravili:

Mera asimetrije S :

- $S = 0$: porazdelitev je simetrična
- $S > 0$: porazdelitev je asimetrična v desno
- $S < 0$: porazdelitev je asimetrična v levo

Mera sploščenosti K :

- $K = 3$: porazdelitev je normalna
- $K > 3$: porazdelitev je koničasta
- $K < 3$: porazdelitev je sploščena

Jarque-Bera test izvedemo po sledečem postopku (Pfajfar, 2000, str. 145). Najprej postavimo ničelno in alternativno domnevo.

H_0 : u se porazdeljuje normalno

H_1 : u se ne porazdeljuje normalno

Nato izračunamo momente (parametre, ki predstavljajo značilnosti spremenljivk) po formuli

$$m_r = \frac{\sum (u_i - E(u))^r}{N} \quad (25)$$

Ker u -ja ne poznamo, vzamemo vzorčne ocene oz. ostanke. Formula je torej

$$m_r = \frac{\sum (e_i - \bar{e})^r}{n} \text{ ali } m_r = \frac{\sum e_i^r}{n} \quad (26)$$

$$m_2 = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{668985252,6504}{222} = 3013447,0840$$

$$m_3 = \frac{\sum e_i^3}{n} = \frac{1096985252066,2400}{222} = 4941375009,3074$$

$$m_4 = \frac{\sum e_i^4}{n} = \frac{12679437731439700,0000}{222} = 57114584375854,5045$$

Sedaj lahko izračunamo mero asimetrije po formuli

$$S = \frac{m_3}{\sqrt{m_2^3}} \quad (27)$$

in mero sploščenosti

$$K = \frac{m_4}{m_2^2} \quad (28)$$

$$\text{in dobimo } S = \frac{4941375009,3074}{\sqrt{3013447,0840^3}} = 0,9446 \text{ ter } K = \frac{57114584375854,5045}{3013447,0840^2} = 6,2896.$$

Nato izračunamo vrednost Jarque-Bera testa po formuli

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right] \quad (29)$$

Vrednost Jarque-Bera testa je torej $JB = 222 \left[\frac{0,9446^2}{6} + \frac{(6,2896 - 3)^2}{24} \right] = 133,1125$. Jarque-Bera test se porazdeljuje v χ^2 porazdelitvi s stopinjami prostosti $m = 2$.

$$\chi^2_{(m=2; \alpha=0,05)} = 5,9915$$

$$\chi^2_{(m=2; \alpha=0,01)} = 9,2103$$

$$\chi^2_{(m=2; \alpha=0,001)} = 13,8155$$

Vidimo, da brez težav lahko zavrnilo ničelno hipotezo in sprejmemo sklep, da se slučajna spremenljivka u ne porazdeljuje normalno. Sklepamo lahko, da je kršenje predpostavke posledica napačne specifikacije modela.

3.3.4 Multikolinearnost

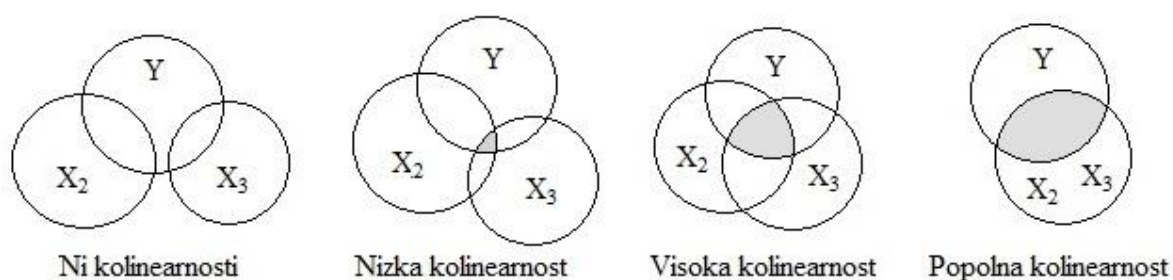
Deseta predpostavka metode najmanjših kvadratov pravi, da v modelu ne sme biti prisotne popolne multikolinearnosti. To pomeni, da med pojasnjevalnimi spremenljivkami ne sme biti popolne linearne povezanosti oz. da med njimi ne obstaja linearna odvisnost oblike

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k = 0, \quad (30)$$

kjer so $X_1, X_2, \dots, X_k$ pojasnjevalne spremenljivke modela, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ pa konstante, ki niso nikoli istočasno enake nič. Torej mora veljati, da nobene pojasnjevalne spremenljivke ne moremo linearno izraziti z eno ali večimi ostalimi pojasnjevalnimi spremenljivkami. Povsem nepotrebno je namreč, da v model vključimo več spremenljivk, ki enako vplivajo na odvisno spremenljivko in nam zato ne prinesejo nobene nove informacije (Pfajfar, 1998, str. 56).

Poznamo dve vrsti multikolinearnosti (Pfajfar, 2000, str. 150–151). O popolni ali perfektni multikolinearnosti govorimo takrat, ko lahko katero izmed pojasnjevalnih spremenljivk natančno izrazimo kot linearno kombinacijo ene ali več drugih pojasnjevalnih spremenljivk. Nepopolna multikolinearnost pa pomeni, da so neodvisne spremenljivke med seboj sicer povezane, vendar posamezne neodvisne spremenljivke niso natančne linearne kombinacije preostalih pojasnjevalnih spremenljivk. V tem primeru govorimo o večji ali manjši povezanosti med pojasnjevalnimi spremenljivkami. Zapisano lahko predstavimo s spodaj prikazanim diagramom.

Slika 2: Ponazoritev regresijskega modela brez in s prisotnostjo kolinearnosti med pojasnjevalnimi spremenljivkami



Vir: D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 2003, str. 344.

Posamezen krog predstavlja varianco spremenljivke, zato presek med odvisno in pojasnjevalno spremenljivko predstavlja del variance odvisne spremenljivke, ki je pojasnjen z neodvisno. Vidimo lahko, da v prvem prikazanem modelu ni povezave med neodvisnima spremenljivkama in zato ni prisotne kolinearnosti med njima, medtem ko je pri ostalih modelih kolinearnost vidna. Problematičen je na sliki temneje obarvan presek med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami. Ta presek predstavlja problem kolinearnosti med pojasnjevalnima spremenljivkama. Ne moremo namreč določiti, kolikšen del pojasnjene variance odvisne spremenljivke predstavlja posamezna neodvisna spremenljivka (Pfajfar, 1998, str. 57).

Mimogrede lahko omenimo še, da se beseda multikolinearnost nanaša na obstoj večih natančnih linearnih odvisnosti, medtem ko besedo kolinearnost uporabljamo za obstoj ene linearne odvisnosti. Vendar v praksi radi to razliko zanemarimo in oba primera označimo kar z multikolinearnostjo (Gujarati, 2003, str. 342).

Prisotnost multikolinearnosti ima za model določene posledice. Gujarati (2003, str. 350) navaja naslednje:

- Metoda najmanjših kvadratov kljub multikolinearnosti ostaja NENALICE (nepristranska najboljša linearna cenilka) regresijskih koeficientov. Vendar z naraščanjem multikolinearnosti narašča tudi varianca ocen regresijskih koeficientov in tako otežuje natančno ocenjevanje regresije.
- Zaradi povečanja variance ocen regresijskih koeficientov so širši intervali zaupanja, zaradi tega pa težje zavrnemo ničelno domnevo.
- Varianca ocen regresijskih koeficientov se odraža tudi pri vrednosti t-statistike. Večja varianca povzroči, da so t-vrednosti koeficientov statistično neznačilne.
- Prisotnost multikolinearnosti na vrednost determinacijskega koeficienta R^2 nima velikega vpliva, saj je kljub eni ali več statistično neznačilni t-vrednosti regresijskih koeficientov vrednost R^2 še vedno lahko visoka.
- Ocene regresijskih koeficientov in njihovih standardnih napak v primeru prisotnosti multikolinearnosti postanejo zelo občutljive tudi na majhne spremembe pri specifikaciji modela.

3.3.4.1 Odkrivanje multikolinearnosti

Za odkrivanje prisotnosti multikolinearnosti ali za merjenje njene moči ne poznamo nobene edinstvene metode, si pa lahko pomagamo s spodaj naštetimi pravili oz. znaki, s katerimi lahko preverimo možno prisotnost tega problema (Gujarati, 2003, str. 359–362):

1. Visoke vrednosti R^2 in le nekaj t-statistik statistično značilnih, mogoče celo nobena, je klasičen pokazatelj prisotnosti multikolinearnosti. Če je vrednost R^2 visoka, lahko z F-statistiko v večini primerov zavrnemo ničelno domnevo, da so konstante pojasnjevalnih spremenljivk $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ istočasno enake nič, posamezen t-test pa nam bo pokazal, da skoraj nobena konstanta ni statistično različna od nič. Torej je prisotna multikolinearnost.

2. Med spremenljivkami so prisotne visoke vrednosti korelacijskih koeficientov. Omenjeno pravilo je le zadosten, ne pa tudi potreben pogoj za obstoj multikolinearnosti, saj multikolinearnost lahko obstaja tudi, če so vrednosti korelacijskih koeficientov nizke.
3. Pregled (izračun in testiranje statistične značilnosti) parcialnih regresijskih koeficientov.
4. Pomožne regresije in uporaba F-statistike. Eden izmed načinov, kako v primeru prisotnosti multikolinearnosti ugotoviti, katero spremenljivko X lahko linearno izrazimo s preostalimi neodvisnimi spremenljivkami, je s pomočjo pomožnih regresij. To naredimo tako, da za vsako pojasnjevalno spremenljivko X_i naredimo regresijo z ostalimi pojasnjevalnimi spremenljivkami in izračunamo pripadajočo vrednost R_i^2 . Nato za vsako pomožno regresijo izračunamo še vrednost F-statistike po formuli

$$F_i = \frac{R_{x_i x_2 x_3 \dots x_k}^2 / (k - 2)}{(1 - R_{x_i x_2 x_3 \dots x_k}^2) / (n - k + 1)}, \quad (31)$$

kjer je n število enot v vzorcu, k število parametrov v osnovni funkciji, $R_{x_i x_2 x_3 \dots x_k}^2$ pa determinacijski koeficient določene pomožne regresije. Če ob izbranih stopinjah prostosti vrednost F-statistike regresije presega vrednost F_i -statistike pomožne regresije i , to pomeni, da je pojasnjevalna spremenljivka X_i kolinearna s preostalimi pojasnjevalnimi spremenljivkami. V nasprotnem primeru povezave med neodvisnimi spremenljivkami ni.

5. Izračun števila pogojenosti K (angl. *condition number*)

$$K = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}} \quad (32)$$

in indeksa pogojenosti CI (angl. *condition index*)

$$CI_i = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_i}} \quad (33)$$

6. Izračun variančnega inflacijskega faktorja (angl. *variance inflation factor*)

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_{x_i x_1 \dots x_k}^2)} \quad (34)$$

Če je vrednost VIF koeficienta večja od 10, potem je prisotna multikolinearnost. Večja kot je vrednost, večji je problem kolinearnosti.

Znak mogoče prisotnosti multikolinearnosti je lahko tudi, če je predznak enega ali celo več regresijskih koeficientov v nasprotju s pričakovanji ekonomske teorije (Pfajfar, 2000, str. 154).

Sedaj, ko vemo, kako iskati prisotnost multikolinearnosti, lahko s pomočjo napisanih pravil preverimo, ali jo najdemo v našem modelu. Najprej se spomnimo naše ocenjene regresijske funkcije (glej Prilogo 6):

$$\widehat{CENA}_i = 15828,125 - 968,372 STAROST_i + 54,728 OPREMA_i - 0,024 KM_i + 27,959 MOC_i + 1114,372 MOTOR_i \quad (10)$$

t:	(20,385)	(-17,132)	(5,208)	(-8,079)
p:	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
t:	(3,276)	(3,552)		
p:	(0,001)	(0,000)		

Lahko vidimo, da so vsi predznaki regresijskih koeficientov v skladu s pričakovanji teorije. Vrednost R^2 je velika ($R^2 = 0,911$), vendar so vse t-statistike statistično značilne, zato na podlagi tega pravila ne moremo sklepati, da je v našem modelu prisotna multikolinearnost.

Preverimo še, kakšne so vrednosti korelacijskih koeficientov med spremenljivkami. Korelacijski koeficient izračunamo za vsak par pojasnjevalnih spremenljivk, poleg tega pa še s t-statistiko po formuli

$$t = \frac{r_{x_j, x_i} \sqrt{n - k}}{\sqrt{1 - r_{x_j, x_i}^2}} \quad (35)$$

(kjer je n število opazovanih enot, k pa število parametrov v osnovnem modelu) preverimo, če je korelacijski koeficient statistično značilen (glej Prilogi 4 in 10). Poleg tega lahko primerjamo tudi multipli determinacijski koeficient z determinacijskimi koeficienti med pojasnjevalnimi spremenljivkami (glej Prilogo 10). Če velja, da je determinacijski koeficient med pojasnjevalnima spremenljivkama večji od multiplega determinacijskega koeficienta, je to znak za prisotnost multikolinearnosti. Za vsak par pojasnjevalnih spremenljivk preverjamo naslednjo ničelno in alternativno domnevo:

$$H_0: r_{X_i, X_j} = 0$$

$$H_1: r_{X_i, X_j} \neq 0$$

1. Korelacija med starostjo avtomobila in deležem opremljenosti

$$r_{STAROST, OPREMA} = -0,487$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{-0,487 \sqrt{222 - 6}}{\sqrt{1 - 0,237}} = -8,194 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{STAROST, OPREMA}^2 = 0,237) < (R^2 = 0,911)$$

2. Korelacija med starostjo avtomobila in številom prevoženih kilometrov

$$r_{STAROST, KM} = 0,683$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{0,683 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,467}} = 13,749 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{\text{STAROST, KM}}^2 = 0,467) < (R^2 = 0,911)$$

3. Korelacija med starostjo avtomobila in močjo motorja

$$r_{\text{STAROST, MOC}} = 0,039$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{0,039 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,002}} = 0,574 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,560.$$

$$(r_{\text{STAROST, MOC}}^2 = 0,002) < (R^2 = 0,911)$$

4. Korelacija med starostjo avtomobila in tipom motorja

$$r_{\text{STAROST, MOTOR}} = -0,488$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{-0,488 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,239}} = -8,222 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{\text{STAROST, MOTOR}}^2 = 0,239) < (R^2 = 0,911)$$

5. Korelacija med deležem opremljenosti in številom prevoženih kilometrov

$$r_{\text{OPREMA, KM}} = -0,310$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{-0,310 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,096}} = -4,792 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{\text{OPREMA, KM}}^2 = 0,096) < (R^2 = 0,911)$$

6. Korelacija med deležem opremljenosti in močjo motorja

$$r_{\text{OPREMA, MOC}} = 0,363$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{0,363 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,131}} = 5,723 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{\text{OPREMA, MOC}}^2 = 0,131) < (R^2 = 0,911)$$

7. Korelacija med deležem opremljenosti in tipom motorja

$$r_{\text{OPREMA, MOTOR}} = 0,332$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{0,332 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,110}} = 5,172 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,000.$$

$$(r_{\text{OPREMA, MOTOR}}^2 = 0,110) < (R^2 = 0,911)$$

8. Korelacija med številom prevoženih kilometrov in močjo motorja

$$r_{\text{KM, MOC}} = 0,013$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{0,013 \sqrt{222-6}}{\sqrt{1-0,000}} = 0,191 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,842.$$

$$(r_{\text{KM, MOC}}^2 = 0,000) < (R^2 = 0,911)$$

9. Korelacija med številom prevoženih kilometrov in tipom motorja

$$r_{\text{KM, MOTOR}} = -0,033$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{-0,033 \sqrt{222 - 6}}{\sqrt{1 - 0,001}} = -0,485 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,622.$$

$$(r_{\text{KM, MOTOR}}^2 = 0,001) < (R^2 = 0,911)$$

10. Korelacija med močjo motorja in tipom motorja

$$r_{\text{MOC, MOTOR}} = -0,086$$

$$\text{Vrednost t-statistike } t = \frac{-0,086 \sqrt{222 - 6}}{\sqrt{1 - 0,007}} = -1,268 \text{ pri stopnji značilnosti } p = 0,200.$$

$$(r_{\text{MOC, MOTOR}}^2 = 0,007) < (R^2 = 0,911)$$

Iz zgoraj zapisanih podatkov lahko vidimo, da je pri večini parov pojasnjevalnih spremenljivk (starost – oprema, starost – km, starost – motor, oprema – km, oprema – moc, oprema – motor) točna stopnja značilnosti za izračunano vrednost t-testa $p = 0,000$ (glej Prilogo 10). To pomeni, da je pri vsakem od teh parov pojasnjevalnih spremenljivk korelacijski koeficient statistično značilen. Zato ničelno domnevo lahko zavrnilo in sprejmemo sklep, da ena pojasnjevalna spremenljivka vpliva na drugo. Poleg tega je med vsemi zgoraj naštetimi pari pojasnjevalnih spremenljivk srednja povezanost (korelacijski koeficienti se gibljejo v intervalu od 0,3 do 0,7), kar kaže na prisotnost multikolinearnosti.

Pri ostalih parih pojasnjevalnih spremenljivk (km – moc, km – motor, moc – motor, starost – moc) pa ničelne domneve ne moremo zavrniti, saj so točne stopnje značilnosti pri vrednosti t-preizkusa prevelike. Torej za te pare pojasnjevalnih spremenljivk ne moremo trditi, da ena pojasnjevalna spremenljivka vpliva na drugo. Tudi povezava med temi pari pojasnjevalnih spremenljivk je zelo šibka (korelacijski koeficienti se gibljejo v intervalu od 0,0 do 0,1), kar kaže na to, da multikolinearnosti ni.

Če podrobneje pogledamo primerjavo determinacijskih koeficientov, lahko opazimo, da so vsi determinacijski koeficienti med pojasnjevalnimi spremenljivkami manjši od multiplega determinacijskega koeficienta, kar pomeni, da obstaja možnost, da multikolinearnost v modelu ni prisotna.

Sklenemo lahko naslednje: kolinearnost je prisotna, saj so korelacijski in determinacijski koeficienti različni od 0 in zato obstaja povezava med pojasnjevalnimi spremenljivkami, predvsem med starostjo avtomobila in številom prevoženih kilometrov. Ker pa je najvišja vrednost korelacijskega koeficienta 0,683, kar kaže na srednjo povezanost, lahko rečemo, da kolinearnost ni prisotna v tolikšni meri, da bi morali model zaradi tega popraviti.

Četrto pravilo pravi, da prisotnost multikolinearnosti lahko preverimo s pomočjo pomožnih regresij, kjer ocenjujemo odvisnost ene pojasnjevalne spremenljivke od ostalih. Ker imamo v modelu pet neodvisnih spremenljivk, pripravimo pet pomožnih regresij (glej Prilogo 11). Za vsako pomožno regresijo izračunamo tudi vrednost F-statistike, s katero preverjamo naslednjo ničelno in alternativno domnevo:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

H_1 : vsaj en β_j je različen od 0

1. Odvisnost spremenljivke STAROST od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk

$$\widehat{STAROST} = 3,916 - 0,050 OPREMA + 3,830 \cdot 10^{-5} KM + 0,016 MOC - 3,099 MOTOR \quad (36)$$

$$R_{STAROST}^2 = 0,707$$

$$F_{STAROST} = 130,943 \quad (p = 0,000)$$

2. Odvisnost spremenljivke OPREMA od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk

$$\widehat{OPREMA} = 0,544 - 1,446 STAROST - 1,117 \cdot 10^{-5} KM + 0,368 MOC + 5,173 MOTOR \quad (37)$$

$$R_{OPREMA}^2 = 0,403$$

$$F_{OPREMA} = 36,646 \quad (p = 0,000)$$

3. Odvisnost spremenljivke KM od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk

$$\begin{aligned} \widehat{KM} = & -860,657 + 13749,927 STAROST - 138,664 OPREMA + 102,790 MOC \\ & + 49547,083 MOTOR \end{aligned} \quad (38)$$

$$R_{KM}^2 = 0,586$$

$$F_{KM} = 76,925 \quad (p = 0,000)$$

4. Odvisnost spremenljivke MOC od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk

$$\widehat{MOC} = 69,840 + 0,705 STAROST + 0,557 OPREMA + 1,256 \cdot 10^{-5} KM - 5,380 MOTOR \quad (39)$$

$$R_{MOC}^2 = 0,211$$

$$F_{MOC} = 14,511 \quad (p = 0,000)$$

5. Odvisnost spremenljivke MOTOR od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk

$$\widehat{MOTOR} = 0,923 - 0,101 STAROST + 0,006 OPREMA + 4,481 \cdot 10^{-6} KM - 0,004 MOC \quad (40)$$

$$R_{MOTOR}^2 = 0,429$$

$$F_{MOTOR} = 40,808 \quad (p = 0,000)$$

Vidimo, da je pri vseh pomožnih regresijah točna stopnja značilnosti za izračunano vrednost F-testa $p = 0,000$, kar pomeni, da ničelno zahtevo lahko zavrujemo in sprejememo sklep, da je pri vsaki pomožni regresiji vsaj en regresijski koeficient različen od nič. To pomeni, da za vsako

pojasnjevalno spremenljivko obstaja linearna povezanost od ostalih pojasnjevalnih spremenljivk, kar bi lahko bil znak prisotnosti multikolinearnosti. Vendar pa lahko opazimo tudi, da so pri vseh pomožnih regresijah vrednosti F-testa manjše od F-vrednosti osnovne linearne regresije ($F = 443,967$, $p = 0,000$). Torej zopet lahko sklenemo naslednje: čeprav je multikolinearnost prisotna, ni prisotna v tolikšni meri, da bi morali naš model popraviti.

Eden izmed načinov za preverjanje prisotnosti multikolinearnosti je tudi uporaba VIF koeficienta. Kot smo že omenili, velja pravilo, da je multikolinearnost prisotna, če je vrednost VIF koeficienta večja od 10. Večja kot je vrednost, večji je problem multikolinearnosti.

VIF koeficienti pojasnjevalnih spremenljivk so naslednji (glej Prilogo 6):

$$VIF_{STAROST} = 3,414$$

$$VIF_{OPREMA} = 1,675$$

$$VIF_{KM} = 2,418$$

$$VIF_{MOC} = 1,267$$

$$VIF_{MOTOR} = 1,752$$

Vrednosti vseh VIF koeficientov so manjše od 10, kar zopet kaže na to, da multikolinearnost v našem modelu ne predstavlja resnih težav.

3.3.4.2 Kaj storiti, če je v modelu prisotna multikolinearnost?

Če v modelu zasledimo visoko multikolinearnost, ki nam povzroča težave, lahko ukrepamo na več načinov. Gujarati (2003, str. 364–369) navaja naslednje možnosti, ki jih lahko uporabimo pri odpravljanju multikolinearnosti:

- Pri specifikaciji modela uporabimo »a priori« informacije o vrednostih regresijskih koeficientov pri eni ali več pojasnjevalnih spremenljivkah.
- Pri ocenjevanju modela kombiniramo presečne podatke s podatki v časovnih vrstah.
- Iz modela izpustimo eno ali več tistih pojasnjevalnih spremenljivk, ki izražajo največjo multikolinearnost z ostalimi.
- Spremenljivke transformiramo (oblika prve difference ali logaritmiranje) in zmanjšamo kolinearnost med njimi.
- Če je mogoče, povečamo velikost vzorca.
- Druge metode, ki odpravljajo multikolinearnost, kot so na primer uporaba faktorske analize ali glavnih komponent.

Vendar pa je zelo pomembno vedeti, da je velikokrat najboljšo, če preprosto ne storimo ničesar. Blanchard (1987, str. 449) je v enem izmed svojih člankov zapisal, da študentje pri svojih začetkih z ocenjevanjem regresijskega modela z metodo najmanjših kvadratov pogosto najprej naletijo na problem multikolinearnosti. Da bi se mu izognili, se velikokrat poslužijo drugih metod ocenjevanja. A Blanchard na problem multikolinearnosti preprosto odgovarja, da je le-ta

božja volja in ne problem uporabe metode najmanjših kvadratov. Gujarati (2003, str. 363) pa ob tem dodaja, da je multikolinearnost predvsem posledica pomanjkljivosti podatkov, ki jih imamo na voljo za empirično analizo, nanje pa ne moremo vplivati.

3.3.5 Heteroskedastičnost

Pomembna predpostavka metode najmanjših kvadratov je predpostavka o homoskedastičnosti, ki pomeni, da je varianca slučajne napake u pri danih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk konstantna, kar s formulo zapišemo:

$$Var(u_i | x_{1i} \dots x_{ki}) = \sigma^2 \quad (41)$$

oziroma

$$E(u_i^2) = \sigma^2; i = 1, 2, \dots, n \quad (42)$$

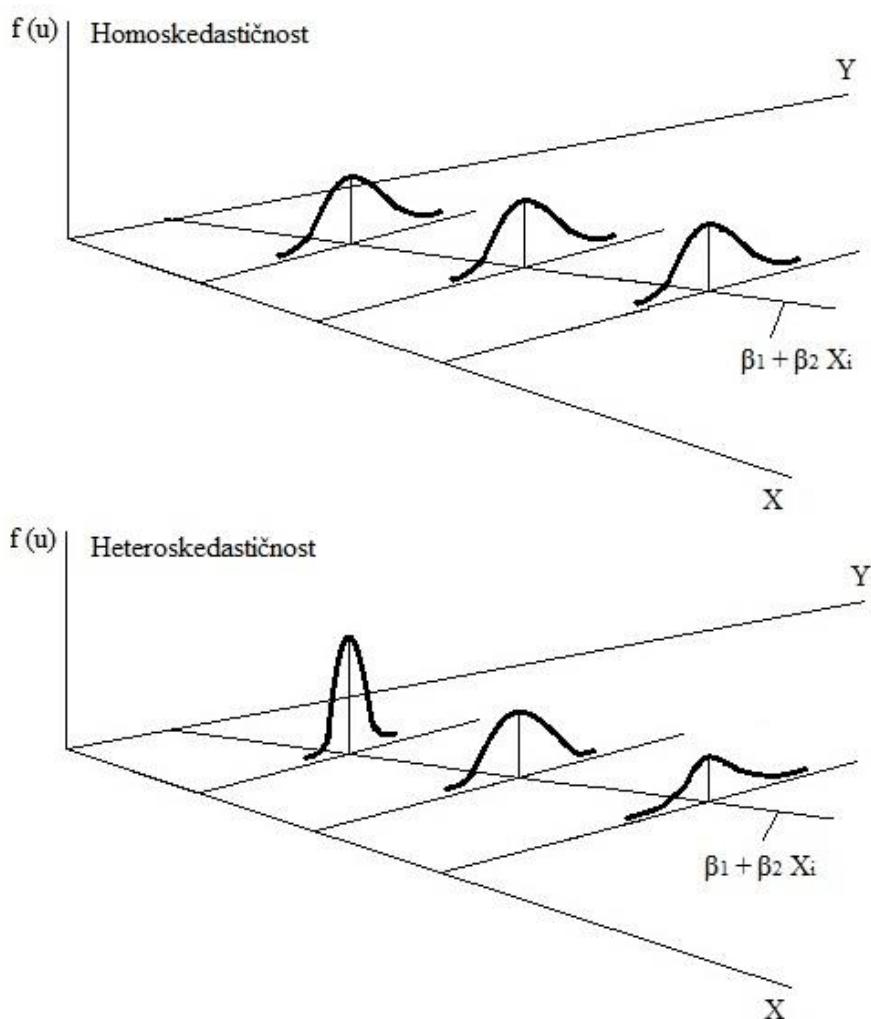
Torej je ne glede na vrednost pojasnjevalne spremenljivke razpršenost vrednosti u vedno enaka. Če je ta predpostavka kršena in se vrednosti variance spreminjajo s spreminjanjem vrednosti pojasnjevalnih spremenljivk, imamo opraviti s heteroskedastičnostjo. V tem primeru velja

$$Var(u_i) = \sigma_i^2 \quad (43)$$

saj so pri različnih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk vrednosti u različno razpršene (Gujarati, 2003, str. 387; Pfajfar, 1998, str. 53).

Spodnja slika nam pokaže razliko med homoskedastičnostjo in heteroskedastičnostjo.

Slika 3: Homoskedastičnost in heteroskedastičnost



Vir: D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 2003, str. 388.

Na zgornjem diagramu, ki prikazuje model s homoskedastičnimi variancami spremenljivke u , lahko vidimo, da so variance spremenljivke Y_i (ki so enake vrednostim variance u_i) enake ne glede na vrednost pojasnjevalne spremenljivke X . Nasprotno pa na drugem diagramu, ki prikazuje model s heteroskedastičnimi variancami spremenljivke u , lahko opazimo, da varianca spremenljivke Y_i narašča z naraščanjem spremenljivke X , kar pomeni, da varianca slučajne spremenljivke u_i ni konstantna (Gujarati, 2003, str. 388).

Če je v modelu prisotna heteroskedastičnost, jo je dobro odpraviti, saj ima le-ta za cenilko metode najmanjših kvadratov naslednje posledice (Pfajfar, 2000, str. 165–166):

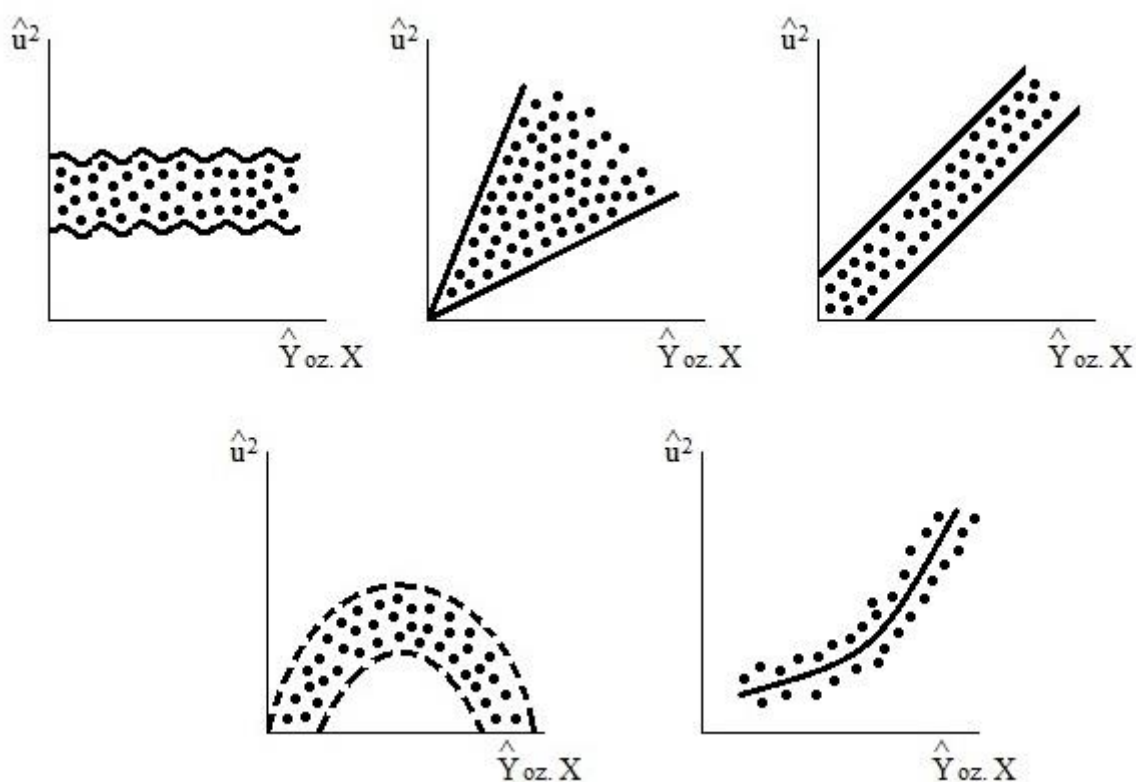
- Metoda najmanjših kvadratov ostaja nepristranska cenilka regresijskih koeficientov, vendar pa ni več najboljša možna in ne več učinkovita.
- Cenilka variance slučajne napake u postane pristranska, ravno tako cenilke varianc regresijskih koeficientov. Posledično intervali zaupanja in testne statistike za regresijske koeficiente niso več zanesljivi.

3.3.5.1 Odkrivanje heteroskedastičnosti

Poznamo več testov za odkrivanje heteroskedastičnosti. Pfajfar (2000, str. 170–184) navaja na primer Parkov test, Glejserjev test, Goldfeld-Quandtov test, Breusch-Paganov test in Whitov test. Posamezen test predpostavlja določeno obliko heteroskedastičnosti, zato ob negativnem rezultatu testa še ne smemo sklepati, da heteroskedastičnosti ni, lahko zaključimo le, da ni prisotna v predpostavljeni obliki. Če želimo natančno proučiti, ali je v našem modelu heteroskedastičnost prisotna, je bolje, da izvedemo več testov ali pa splošen test, ki oblike heteroskedastičnosti ne predpostavlja.

Še prej pa pogledjmo, kaj nam pokažejo razsevni diagrami, ki predstavljajo odvisnost kvadrata ostankov e^2 (oziroma $\hat{u}^2$) od ocenjene odvisne spremenljivke $\widehat{CENA}$ ter vseh pojasnjevalnih spremenljivk (glej Prilogo 12). Vidimo, da se točke v glavnem porazdeljujejo v vodoravnem pasu (kot kaže prvi diagram na spodnji sliki), kar je dober znak, da heteroskedastičnost v našem modelu ni prisotna. Če se namreč točke v razsevnem diagramu porazdeljujejo po nekem vzorcu kot v diagramih, ki so prikazani na spodnji sliki, to pomeni, da je ocenjena odvisna oz. pojasnjevalna spremenljivka sistematično povezana s kvadratom ostankov. Da se bolje prepričamo o naši ugotoviti glede prisotnosti heteroskedastičnosti, pa izvedimo Whitov test.

Slika 4: Hipotetični vzorci porazdelitve ocenjenih kvadratov ostankov v odvisnosti od ocenjene odvisne spremenljivke oz. vrednosti neodvisne spremenljivke



Vir: D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 2003, str. 402.

3.3.5.2 Whitov test

Whitov test za ugotavljanje prisotnosti heteroskedastičnosti je splošen test, ki ne predpostavlja nobene določene oblike heteroskedastičnosti. Temelji na pomožni regresiji, ki vključuje kvadrate ostankov v odvisnosti od pojasnjevalnih spremenljivk osnovnega modela, njihovih kvadratov ter navzkrižnih produktov.

Izvedba Whitovega testa je nekoliko otežena, če osnovni model vsebuje večje število pojasnjevalnih spremenljivk. Večje število regresijskih koeficientov v osnovnem modelu namreč pomeni še toliko več regresijskih koeficientov v pomožni regresiji. Poleg tega več regresijskih koeficientov pomeni, da model ocenimo z manjšimi stopinjami prostosti. V takšnem primeru lahko uporabimo poenostavljeno različico Whitovega testa, kjer v pomožno regresijo ne vključimo produktov pojasnjevalnih spremenljivk (Uriel, 2012, str. 17).

Če imamo v osnovnem modelu nepravo spremenljivko, v pomožno regresijo ne vključimo njenega kvadrata, saj bi bil le-ta identičen osnovni spremenljivki in bi bila v tem primeru med njima prisotna popolna multikolinearnost (Pryce, 2002, str. 18).

Tudi če je Whitov test pozitiven, to še ne pomeni, da je v modelu prisotna heteroskedastičnost. Obstaja tudi možnost, da model ni pravilno specificiran. Whitov test namreč lahko uporabimo za preverjanje prisotnosti heteroskedastičnosti, pa tudi za preverjanje pravilne specifikacije modela. Če v pomožno regresijo ne vključimo produktov pojasnjevalnih spremenljivk, z Whitovim testom preverjamo čisto heteroskedastičnost, drugače hkrati preverjamo prisotnost heteroskedastičnosti in pravilnost specifikacije modela (Pryce, 2002, str. 18).

Glede na zgoraj zapisano Whitov test za naš model izvedemo po naslednjem postopku (Pfajfar, 2000, str. 183):

1. Najprej z metodo najmanjših kvadratov ocenimo osnovni regresijski model (glej Prilogo 6 in enačbo (10)) in nato izračunamo ostanke po formuli (19).
2. Ocenimo pomožno regresijo, kjer ocenjujemo odvisnost kvadrata ostankov od pojasnjevalnih spremenljivk osnovnega modela, njihovih kvadratov ter navzkrižnih produktov (glej Prilogo 13). Pri tem v regresijo ne vključimo kvadrata neprave spremenljivke MOTOR zaradi problema multikolinearnosti. Izračunamo pripadajoči determinacijski koeficient R^2 (Priloga 13).

$$\begin{aligned} e_i^2 = & \alpha_0 + \alpha_1 STAROST_i + \alpha_2 OPREMA_i + \alpha_3 KM_i + \alpha_4 MOC_i + \alpha_5 MOTOR_i \\ & + \alpha_6 STAROST_i^2 + \alpha_7 OPREMA_i^2 + \alpha_8 KM_i^2 + \alpha_9 MOC_i^2 + \alpha_{10} STAROST_i OPREMA_i \\ & + \alpha_{11} STAROST_i KM_i + \alpha_{12} STAROST_i MOC_i + \alpha_{13} STAROST_i MOTOR_i \\ & + \alpha_{14} OPREMA_i KM_i + \alpha_{15} OPREMA_i MOC_i + \alpha_{16} OPREMA_i MOTOR_i + \alpha_{17} KM_i MOC_i \\ & + \alpha_{18} KM_i MOTOR_i + \alpha_{19} MOC_i MOTOR_i \end{aligned} \quad (44)$$

$$R^2 = 0,427$$

3. Postavimo ničelno in alternativno domnevo.

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = \alpha_8 = \alpha_9 = \alpha_{10} = \alpha_{11} = \alpha_{12} = \alpha_{13} = \alpha_{14} = \alpha_{15} = \alpha_{16} = \alpha_{17} = \alpha_{18} = \alpha_{19} = 0$$

$$H_1: \text{Vsaj ena } \alpha_j \text{ je različna od } 0$$

4. Izračunamo vrednost Whitovega testa.

$$\Theta(w) = nR^2 \quad (45)$$

$$\Theta(w) = 222 * 0,427 = 94,794$$

5. Če velja $\Theta(w) > \chi^2_{(m; \alpha)}$, kjer je m število koeficientov v pomožni regresiji brez konstante, potem ničelno domnevo zavrnilo. Če velja obratno, ničelne domneve ne moremo zavrniti. V našem primeru velja $(\Theta(w) = 94,794) > (\chi^2_{(m=19; \alpha=0,001)} = 43,8202)$, kar pomeni, da lahko zavrnilo ničelno domnevo pri $\alpha = 0,001$ in sprejmemo sklep, da je v našem modelu prisotna heteroskedastičnost oz. model ni pravilno specificiran.

Ker smo že z RESET testom ugotovili, da model ni pravilno specificiran, naredimo še poenostavljeno verzijo Whitovega testa in tako preverimo, če je v našem modelu prisotna čista heteroskedastičnost. Poenostavljeno različico Whitovega testa naredimo na enak način kot Whitov test, le da pri drugem koraku v pomožno regresijo ne vključimo navzkrižnih produktov pojasnjevalnih spremenljivk. Pomožna regresija je torej naslednja (glej Prilogo 14):

$$e_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 STAROST_i + \alpha_2 OPREMA_i + \alpha_3 KM_i + \alpha_4 MOC_i + \alpha_5 MOTOR_i + \alpha_6 STAROST_i^2 + \alpha_7 OPREMA_i^2 + \alpha_8 KM_i^2 + \alpha_9 MOC_i^2 \quad (46)$$

$$R^2 = 0,333$$

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = \alpha_8 = \alpha_9 = 0$$

$$H_1: \text{Vsaj ena } \alpha_j \text{ je različna od } 0$$

$$\Theta(w) = nR^2 = 222 * 0,333 = 73,926$$

$$(\Theta(w) = 73,926) > (\chi^2_{(m=9; \alpha=0,001)} = 27,8772)$$

Tudi tokrat lahko zavrnilo ničelno domnevo pri $\alpha = 0,001$ in sprejmemo sklep, da je v našem modelu prisotna čista heteroskedastičnost.

Poznamo več razlogov za pojav heteroskedastičnosti. Kaj je točen vzrok obstoja heteroskedastičnosti v našem modelu, ne vemo. Lahko je posledica napačne specifikacije regresijskega modela, pojavi pa se lahko tudi zaradi prisotnosti osamelcev, to je avtomobilov, ki imajo zelo visoko ali zelo nizko ceno glede na ostale enote v vzorcu. Vzrok pojava heteroskedastičnosti v našem primeru bi lahko iskali tudi pri nižji variabilnosti cene pri

avtomobilih z nizko ceno, saj zelo starim avtomobilom ali avtomobilom z velikim številom prevoženih kilometrov cena zelo pade, ostali vplivi pa niso več tako pomembni. Cena se tako lahko giblje le v zelo omejenem intervalu z nizko varianco. Ker heteroskedastičnost ne vpliva na koeficiente regresijske funkcije, njeno odpravljanje pa je zapleteno, je ne bomo odpravljali, ampak bomo nadaljevali kar z obstoječim modelom.

3.3.6 Avtokorelacija

Ena izmed predpostavk metode najmanjših kvadratov se nanaša na avtokorelacijo. Avtokorelacija je določena kot korelacija med členi serije opazovanj, urejenih po času (v časovnih vrstah) ali prostoru (pri presečnih podatkih). Predpostavka pravi, da pri danih pojasnjevalnih spremenljivkah ni korelacije med vrednostmi slučajnih napak. Z drugimi besedami, ničelna kovarianca med vrednostmi spremenljivke u pomeni, da v modelu ni prisotna avtokorelacija. Za klasični regresijski model mora torej veljati, da vrednost slučajne napake u neke določene opazovane enote ne vpliva na vrednost slučajne napake u kake druge opazovane enote. S formulo to zapišemo kot

$$\text{cov}(u_i, u_j \mid X_i, X_j) = 0; i \neq j \quad (47)$$

Poznamo pozitivno in negativno avtokorelacijo. Problem avtokorelacije se najpogosteje pojavlja pri regresijskih modelih, ki jih preverjamo na podlagi časovnih vrst, zato v našem primeru avtokorelacije ne bomo preverjali. (Gujarati, 2003, str. 442; Pfajfar, 1998, str. 52).

3.4 Presoja rezultatov modela

3.4.1 Mere primernosti oziroma zanesljivosti modela

$$\widehat{CENA}_i = b_0 + b_1 STAROST_i + b_2 OPREMA_i + b_3 KM_i + b_4 MOC_i + b_5 MOTOR_i \quad (48)$$

$$\widehat{CENA}_i = 15828,125 - 968,372 STAROST_i + 54,728 OPREMA_i - 0,024 KM_i + 27,959 MOC_i + 1114,372 MOTOR_i \quad (10)$$

t:	(20,385)	(-17,132)	(5,208)	(-8,079)
p:	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
se:	(776,464)	(56,523)	(10,509)	(0,003)
t:	(3,276)	(3,552)		
p:	(0,001)	(0,000)		
se:	(8,535)	(313,721)		

$$n = 222 \quad R^2 = 0,911 \quad \bar{R}^2 = 0,909 \quad s_e = 1759,802 \quad kv = 0,195 \quad F = 443,967 \quad (p = 0,000)$$

Ocena multiplega determinacijskega koeficienta $R^2 = 0,911$: ocena multiplega determinacijskega koeficienta je enaka 0,911, kar pomeni, da je 91 % variabilnosti cene rabljenega avtomobila

pojasnjeno z linearno odvisnostjo starosti avtomobila, opremljenosti avtomobila, števila prevoženih kilometrov, močjo ter tipom motorja.

Ocena standardnega odklona napake $s_e = 1759,802$: ocena standardnega odklona napake, s katerim merimo velikost odklonov opazovanih vrednosti cene rabljenega avtomobila od ocenjenih vrednosti, dobljenih na podlagi multiple regresijske funkcije, je enaka 1759,802 €.

Ocena koeficienta variacije $kv = \frac{s_e}{\bar{y}} = \frac{1759,802}{9025,86} = 0,195$: koeficient variacije je relativna mera primernosti vzorčnega regresijskega modela, njegova ocena pa v našem primeru znaša 0,195, kar pomeni, da ocena standardnega odklona napake predstavlja 19,5 % ocenjene povprečne vrednosti cene rabljenega avtomobila.

Vrednost t-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_1 = 0$: vrednost t-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da je prvi parcialni regresijski koeficient enak 0, je enaka -17,123, točna stopnja značilnosti pa je zanemarljiva ($p = 0,000$). Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri zanemarljivi stopnji značilnosti in sprejmemo sklep, da je parcialni regresijski koeficient b_1 statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da starost avtomobilov vpliva na njihovo ceno.

Vrednost t-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_2 = 0$: vrednost t-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da je drugi parcialni regresijski koeficient enak 0, je enaka 5,208, točna stopnja značilnosti pa znaša $p = 0,000$. Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri zanemarljivi stopnji značilnosti in sprejmemo sklep, da je parcialni regresijski koeficient b_2 statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da opremljenost avtomobilov vpliva na njihovo ceno.

Vrednost t-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_3 = 0$: vrednost t-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da je tretji parcialni regresijski koeficient enak 0, je enaka -8,079, točna stopnja značilnosti pa je zanemarljiva ($p = 0,000$). Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri zanemarljivi stopnji značilnosti in sprejmemo sklep, da je parcialni regresijski koeficient b_3 statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da število prevoženih kilometrov vpliva na ceno rabljenega avtomobila.

Vrednost t-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_4 = 0$: vrednost t-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da je četrti parcialni regresijski koeficient enak 0, je enaka 3,276, točna stopnja značilnosti pa znaša $p = 0,0005$. Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri stopnji značilnosti $p = 0,0005$ in sprejmemo sklep, da je parcialni regresijski koeficient b_4 statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da moč motorja vpliva na ceno rabljenega avtomobila.

Vrednost t-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_5 = 0$: vrednost t-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da je peti parcialni regresijski koeficient enak 0, je

enaka 3,552, točna stopnja značilnosti pa je $p = 0,000$. Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri zanemarljivi stopnji značilnosti in sprejmemo sklep, da je parcialni regresijski koeficient b_5 statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da tip motorja vpliva na ceno rabljenega avtomobila.

Vrednost F-statistike in stopnja značilnosti pri preizkušanju ničelne domneve $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$: vrednost F-statistike pri preizkušanju ničelne domneve, da so vsi parcialni regresijski koeficienti hkrati enaki 0, je enaka 443,967, točna stopnja značilnosti pa je zanemarljiva ($p = 0,000$). Zato lahko zavrnilo ničelno domnevo pri zanemarljivi stopnji značilnosti in sprejmemo sklep, da je vsaj eden izmed parcialnih regresijskih koeficientov statistično značilno različen od 0. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko torej trdimo, da vzorčni regresijski model kot celota zadovoljivo pojasnjuje variabilnost cene rabljenega avtomobila oziroma izraža linearno povezanost med spremenljivkami.

3.4.2 Vpliv spremenljivk na ceno rabljenega avtomobila

$$\widehat{CENA}_i = b_0 + b_1 STAROST_i + b_2 OPREMA_i + b_3 KM_i + b_4 MOC_i + b_5 MOTOR_i \quad (48)$$

$$\widehat{CENA}_i = 15828,125 - 968,372 STAROST_i + 54,728 OPREMA_i - 0,024 KM_i + 27,959 MOC_i + 1114,372 MOTOR_i \quad (10)$$

t:	(20,385)	(-17,132)	(5,208)	(-8,079)
p:	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
se:	(776,464)	(56,523)	(10,509)	(0,003)
t:	(3,276)	(3,552)		
p:	(0,001)	(0,000)		
se:	(8,535)	(313,721)		

$$n = 222 \quad R^2 = 0,911 \quad \bar{R}^2 = 0,909 \quad s_e = 1759,802 \quad kv = 0,195 \quad F = 443,967 \quad (p = 0,000)$$

$b_1 = -968,372$: Če se starost avtomobila poveča za 1 leto, se cena rabljenega avtomobila v povprečju zmanjša za 968,372 €, pri čemer ostanejo preostale pojasnjevalne spremenljivke (opremljenost avtomobila, število prevoženih kilometrov, moč motorja ter tip motorja) nespremenjene.

$b_2 = 54,728$: Če se opremljenost avtomobila poveča za 1 odstotno točko, se cena rabljenega avtomobila v povprečju poveča za 54,728 €, pri čemer ostanejo preostale pojasnjevalne spremenljivke (starost avtomobila, število prevoženih kilometrov, moč motorja ter tip motorja) nespremenjene.

$b_3 = -0,024$: Če se število prevoženih kilometrov poveča za 1 km, se cena rabljenega avtomobila v povprečju zmanjša za 0,024 €, pri čemer ostanejo preostale pojasnjevalne spremenljivke (starost avtomobila, opremljenost avtomobila, moč motorja ter tip motorja) nespremenjene.

$b_4 = 27,959$: Če se moč motorja poveča za 1 kW, se cena rabljenega avtomobila v povprečju poveča za 27,959 €, pri čemer ostanejo preostale pojasnjevalne spremenljivke (starost avtomobila, opremljenost avtomobila, število prevoženih kilometrov ter tip motorja) nespremenjeni.

$b_5 = 1114,372$: Pri dani starosti avtomobila, njegovi opremljenosti, številu prevoženih kilometrov in moči motorja je cena rabljenega avtomobila z dizelskim motorjem v povprečju večja za 1114,372 € kot pri rabljenem avtomobilu z bencinskim motorjem.

Zanimivo je preveriti tudi, kako se spreminja determinacijski koeficient ob postopnem dodajanju pojasnjevalnih spremenljivk v model. Ta nam namreč pove, koliko posamezna odvisna spremenljivka pojasni variabilnost cene rabljenega avtomobila. Ta podatek dobimo, če model ocenimo po metodi Forward (glej Prilogo 15, R Square). Vidimo, da največ, kar 85,6 % variabilnosti cene rabljenega avtomobila pojasni njegova starost. Če poleg starosti v model vključimo še opremljenost avtomobila, dobimo pojasnjenih 88,1 % variabilnosti cene. Ob dodatni vključitvi števila prevoženih kilometrov je pojasnjenih 90,3 % variabilnosti cene, če pa v model vključimo še tip motorja, dobimo pojasnjenih 90,7 % variabilnosti cene. Ob vključitvi moči motorja dobimo pojasnjenih končnih 91,1 % variabilnosti cene rabljenega avtomobila Audi A3.

SKLEP

Namen diplomske naloge je bil analizirati, kako je cena rabljenega avtomobila Audi A3 odvisna od različnih faktorjev, in z regresijskim modelom oceniti, v kolikšni meri posamezen dejavnik vpliva na ceno rabljenega vozila. Za proučevanje linearne povezave med ceno rabljenega avtomobila in pojasnjevalnimi spremenljivkami smo uporabili multiplo linearno regresijo, regresijske koeficiente oblikovanega regresijskega modela pa smo določili z metodo najmanjših kvadratov.

Še prej smo se seznanili s pojavom asimetrije informacij, ki ga lahko zasledimo tudi na trgu rabljenih avtomobilov. Ugotovili smo, da za obstoj asimetrije informacij obstaja večja verjetnost pri prodaji rabljenega avtomobila preko časopisnih in internetnih oglasih, saj se kupec in prodajalec ne poznata, načeloma pa sodelujeta le enkrat. Ne moremo pa trditi, da je na tem trgu zagotovo prisoten problem trga limon. V primeru, kjer sta prodajalec v prijateljskem ali sorodstvenem razmerju, pa je obstoj asimetrije informacij malo verjeten, saj je na tem trgu prisotna močna težnja po dobrem ugledu prodajalca. Lacko (1986, str. 61 – 64) na trgu novejših rabljenih avtomobilov ni zasledil obstoja asimetrije informacij, pa tudi ne trga limon. Se pa asimetrija informacij pojavi na trgu starejših rabljenih avtomobilov s strani prodajalcev, ki avtomobile prodajajo preko oglasov. Prisoten je tudi trg limon.

Za namen proučevanja odvisnosti cene rabljenega avtomobila Audi A3 od različnih faktorjev smo oblikovali svojo bazo rabljenih avtomobilov Audi A3, v katero smo vključili 222 enot.

Podatke o enotah v vzorcu smo zbrali s spletne strani AVTO.NET, zbiranje podatkov pa je trajalo približno mesec dni.

V skladu z namenom raziskovanja smo za odvisno spremenljivko določili ceno avtomobila, neodvisne spremenljivke, ki smo jih vključili v model, pa so starost avtomobila, stopnja njegove opremljenosti, število prevoženih kilometrov, moč motorja ter tip motorja. Zaradi povezanosti prostornine in moči motorja ter visoke kolinearnosti med prostornino in tipom motorja prostornine motorja v model nismo vključili.

Glede na obliko razsevnih diagramov, ki nam kažejo odvisnost cene rabljenega avtomobila od pojasnjevalnih spremenljivk, smo se odločili za linearno obliko regresijskega modela. Ker pa smo želeli dani problem kar se da dobro proučiti, smo zaradi različne interpretacije rezultatov ocenili tudi potenčno obliko regresijskega modela. S pomočjo Box-Coxovega testa smo določili, da je za proučevanje našega problema primernejši linearni model.

Ker smo regresijske koeficiente oblikovanega regresijskega modela določili z metodo najmanjših kvadratov, smo preverili, če model izpolnjuje predpostavke omenjene metode. Še prej smo s pomočjo RESET testa ugotovili, da naš model ni ustrezno specificiran. Z Jarque-Bera testom smo preverili, kako se porazdeljuje slučajna napaka u . Z izračunom mere asimetrije in mere sploščenosti smo ugotovili, da se u ne porazdeljuje normalno, ampak je porazdelitev asimetrična v desno in koničasta. Na več načinov smo preverili tudi, ali v našem modelu najdemo prisotno popolno multikolinearnost. Na podlagi nekaterih pravil nismo mogli sklepati o prisotnosti multikolinearnosti, medtem ko smo s preostalimi zasledili prisotnost le-te. Sklenili smo, da je kolinearnost sicer prisotna in da obstaja povezava med pojasnjevalnimi spremenljivkami, a vendar v našem modelu ne predstavlja velikih težav. Preverili smo tudi prisotnost heteroskedastičnosti. Izvedli smo Whitov test, ki nam je pokazal, da je v našem modelu prisotna čista heteroskedastičnost. Ker se problem avtokorelacije najpogosteje pojavlja pri regresijskih modelih, ki jih preverjamo na podlagi časovnih vrst, v našem primeru pa razpolagamo s presečnimi podatki, prisotnosti avtokorelacije v modelu nismo preverili.

Vidimo lahko, da naš model ne ustreza vsem predpostavkam metode najmanjših kvadratov. Čeprav na prvi pogled model zaradi tega deluje precej pomanjkljivo, se moramo zavedati, da razpolagamo z zbranimi podatki, ki smo jih imeli v času oblikovanja naše baze avtomobilov na voljo, nanje pa nimamo vpliva. Zato se zadovoljimo z razpoložljivim modelom, saj ima kljub kršenju nekaterih predpostavk metode najmanjših kvadratov visok determinacijski koeficient ($R^2 = 0,911$), kar pomeni, da je z linearno odvisnostjo pojasnjevalnih spremenljivk pojasnjen velik delež variabilnosti cene rabljenega avtomobila. Poleg tega bi lahko razlog za pomanjkljivost modela iskali tudi v asimetriji informacij na trgu rabljenih avtomobilov. Podatke smo namreč zbrali iz spletnih oglasov, omenili pa smo že, da za obstoj asimetrije informacij obstaja večja verjetnost ravno na trgu rabljenih avtomobilov, ki jih kupimo preko oglasov.

Na koncu smo dobili sledeči model:

$$\widehat{CENA}_i = 15828,125 - 968,372 STAROST_i + 54,728 OPREMA_i - 0,024 KM_i + 27,959 MOC_i + 1114,372 MOTOR_i \quad (10)$$

<i>t</i> :	(20,385)	(-17,132)	(5,208)	(-8,079)
<i>p</i> :	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
<i>se</i> :	(776,464)	(56,523)	(10,509)	(0,003)
<i>t</i> :	(3,276)	(3,552)		
<i>p</i> :	(0,001)	(0,000)		
<i>se</i> :	(8,535)	(313,721)		

$n = 222 \quad R^2 = 0,911 \quad \bar{R}^2 = 0,909 \quad s_e = 1759,802 \quad kv = 0,195 \quad F = 443,967 \quad (p = 0,000)$

Nalogo smo zaključili s presojo dobljenih rezultatov modela. Ugotovili smo, da vsi predznaki regresijskih koeficientov ustrezajo našim pričakovanjem in so v skladu s pričakovanji ekonomske teorije. Vrednost R^2 je visoka, kar 91 % variabilnosti cene rabljenega avtomobila je pojasnjeno z linearno odvisnostjo pojasnjevalnih spremenljivk. Poleg tega so vrednosti *t*-statistike vseh regresijskih koeficientov statistično značilne, kar pomeni, da so parcialni regresijski koeficienti različni od 0 in lahko torej trdimo, da vse pojasnjevalne spremenljivke vplivajo na ceno rabljenega avtomobila. Tudi vrednost *F*-statistike pri preizkušanju domneve, da so vsi parcialni regresijski koeficienti hkrati enaki 0, je statistično značilna. To pomeni, da je vsaj eden od koeficientov različen od 0, model kot celota pa zadovoljivo pojasnjuje variabilnost cene rabljenega avtomobila oz. izraža linearno povezanost med spremenljivkami.

Za konec sledi še natančen opis regresijskih koeficientov, s pomočjo katerega smo izvedeli, kako posamezna pojasnjevalna spremenljivka vpliva na ceno rabljenega avtomobila Audi A3. Ugotovili smo, da če se starost avtomobila poveča za 1 leto, se njegova cena v povprečju zmanjša za 968,372 €. Če se opremljenost avtomobila poveča za 1 odstotno točko, se cena v povprečju poveča za 54,728 €. Če se število prevoženih kilometrov poveča za 1 km, se cena rabljenega avtomobila v povprečju zmanjša za 0,024 €. Če se moč motorja poveča za 1 kW, se cena rabljenega avtomobila v povprečju poveča za 27,959 €. Seveda vse navedene trditve veljajo ob pogoju, da ostale pojasnjevalne spremenljivke ostanejo nespremenjene. In končno, pri dani starosti avtomobila, njegovi opremljenosti, številu prevoženih kilometrov in moči motorja, je cena rabljenega avtomobila z dizelskim motorjem v povprečju večja za 1114,372 € kot pri rabljenem avtomobilu z bencinskim motorjem. Zanimivo pa je tudi dejstvo, da večino variabilnosti cene rabljenega avtomobila predstavlja njegova starost (kar 85,6 %), s precej manjšim % ji sledijo opremljenost avtomobila, število prevoženih kilometrov, tip in moč motorja.

LITERATURA IN VIRI

1. August Horch – Pionir avtomobilske industrije. Najdeno 31. avgusta 2012 na spletnem naslovu http://www.audi.si/svet_dozivetij/zgodovina_znamke_audi/osebnosti/august_horch/
2. AVTO.NET, 1. slovenski avto sejem na internetu. (2012). Najdeno 12. junija 2013 na spletnem naslovu <http://www.avto.net/cenik/avtonet.pdf>
3. Blanchard, O. J. (1987). Comment. *Journal of Business and Economic Statistics*, 5(4), 449-451.
4. Gadsby, A. (1995). *Dictionary of contemporary english* (3rd ed.). England: Longman Group Ltd.
5. Grossman, S. J. (1981). The Informational Rule of Warranties and Private Disclosure about Product Quality. *Journal of Law and Economics*, 24(3), 461-483.
6. Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics* (4th ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
7. Lacko, J. M. (1986). Product Quality and Information in the Used Car Market. Najdeno 11. aprila 2013 na spletnem naslovu <http://www.ftc.gov/be/econrpt/231975.pdf>
8. Mejniki znamke - August Horch in Audi. Najdeno 31. avgusta 2012 na spletnem naslovu http://www.audi.si/svet_dozivetij/zgodovina_znamke_audi/podjetja_in_znamke/august_horch_in_audi/
9. Nelson, P. (1974). Advertising as Information. *Journal of Political Economy*, 82(4), 729-754.
10. Pfajfar, L. (1998). *Ekonometrija* (3. izd.). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
11. Pfajfar, L. (2000). *Ekonometrija na prosojnicah*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
12. Podjetja in znamke – Štirje znamke, štirje krogi. Najdeno 1. septembra 2012 na spletnem naslovu http://www.audi.si/svet_dozivetij/zgodovina_znamke_audi/podjetja_in_znamke/stiri_znamke_stirje_krogi/
13. Pryce, G. (2002, 14. marec). Heteroscedasticity Testing and correcting in SPSS. Najdeno 17. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://pages.infinet.net/rlevesqu/spss.htm#Heteroscedasticity>
14. Spence, M. (1977). Consumer Misperceptions, Product Failure and Producer Liability. *The Review of Economic Studies*, 44(3), 561-572.
15. STA. (2012, 17. marec). Sloveniji »bron« po številu izdelanih avtomobilov na prebivalca. *Dnevnik*. Najdeno 11. septembra 2013 na spletnem naslovu <http://www.dnevnik.si/magazin/svet-vozil/1042517331>
16. Telser, L. G. (1980). A Theory of Self-Enforcing Agreements. *The Journal of Business*, 53(1), 27-44.
17. Uriel, E. (2012, 21. september). Relaxing the assumptions in the linear classical model. Najdeno 17. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://www.uv.es/uriel/6%20Relaxing%20assumptions%20in%20the%20linear%20classical%20model.pdf>
18. Zlobec, M. & Žitnik, M. (2012, 10. september). Evropski teden mobilnosti 2012. Najdeno 11. septembra 2013 na spletnem naslovu http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4952

PRILOGE

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Izsek baze podatkov.....	1
Priloga 2: Določitev spremenljivke OPREMA	2
Priloga 3: Razsevni diagrami cene rabljenega avtomobila v odvisnosti od pojasnjevalnih spremenljivk.....	3
Priloga 4: SPSS izpis korelacijskih koeficientov med pojasnjevalnimi spremenljivkami.....	6
Priloga 5: SPSS izpis vključevanja pojasnjevalnih spremenljivk v model	7
Priloga 6: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov linearne regresijske funkcije po metodi Enter	10
Priloga 7: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov dvojne logaritemske regresijske funkcije po metodi Enter	11
Priloga 8: Razsevni diagram ostankov v odvisnosti od ocenjene cene	12
Priloga 9: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov razširjenega modela s spremenljivko po metodi Enter	13
Priloga 10: SPSS izpis vrednosti korelacijskih in determinacijskih koeficientov med pojasnjevalnimi spremenljivkami	14
Priloga 11: SPSS izpis pomožnih regresij med pojasnjevalnimi spremenljivkami	24
Priloga 12: Razsevni diagrami ocene kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od ocenjene odvisne spremenljivke in pojasnjevalnih spremenljivk	29
Priloga 13: SPSS izpis ocene pomožne linearne regresije za Whitov test	32
Priloga 14: SPSS izpis ocene pomožne linearne regresije za poenostavljeno različico Whitovega testa.....	34
Priloga 15: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov linearne regresijske funkcije po metodi Forward	35

Priloga 1: Izsek baze podatkov

Slika 1: Izsek baze podatkov rabljenih avtomobilov Audi A3

1 : PROSTORNINA Visible: 16 of 16 Variables

	CENA	STAROST	MOC	PROSTORNINA	KM	MOTOR	OPREMA
1	1800	15	92	1800	192000	0	7.9950
2	1890	15	92	1800	168000	0	6.5120
3	1750	15	92	1800	253000	0	6.3209
4	1790	15	92	1800	156000	0	3.2758
5	2200	15	92	1800	230000	0	31.9404
6	1800	14	92	1800	225000	0	3.2758
7	1990	14	92	1800	184000	0	18.4682
8	2200	14	93	1800	216000	0	4.2315
9	2700	14	81	1900	263000	1	22.2647
10	2000	14	74	1600	185794	0	14.2302
11	3500	14	93	1800	162000	0	23.2600
12	1600	14	74	1600	218000	0	3.2758
13	2400	14	92	1800	194000	0	15.4693
14	2700	14	81	1900	190000	1	13.0306
15	1800	14	92	1800	200000	0	13.0306

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready

Priloga 2: Določitev spremenljivke OPREMA

TIP OPREME	DOPLAČILO [EUR]	DELEŽ V CELOTNI OPREMI [%]
STREHA	947	6,2418
ALU PLATISCA	497	3,2758
PODVOZJE	267	1,7598
TLAK	97	0,6393
D SENZOR	164	1,0809
XENON	1032	6,8020
MEGLENKE	195	1,2853
CISCENJE	304	2,0037
ALARM	388	2,5573
LES	412	2,7155
ALU	267	1,7598
USNJE	1032	6,8020
EL NASTAVITEV	559	3,6844
GRETJE	400	2,6364
NASLON	145	0,9557
KLIMA	1213	7,9950
OGLEDALA	145	0,9557
US VOLAN	491	3,2362
TEMPOMAT	328	2,1619
SENCNIK	133	0,8766
CD	449	2,9594
USB	249	1,6412
MOBI	637	4,1985
NAVIGACIJA	3523	23,2204
KLJUKA	813	5,3586
P SENZOR	485	3,1967
SKUPAJ	15172	100,0000

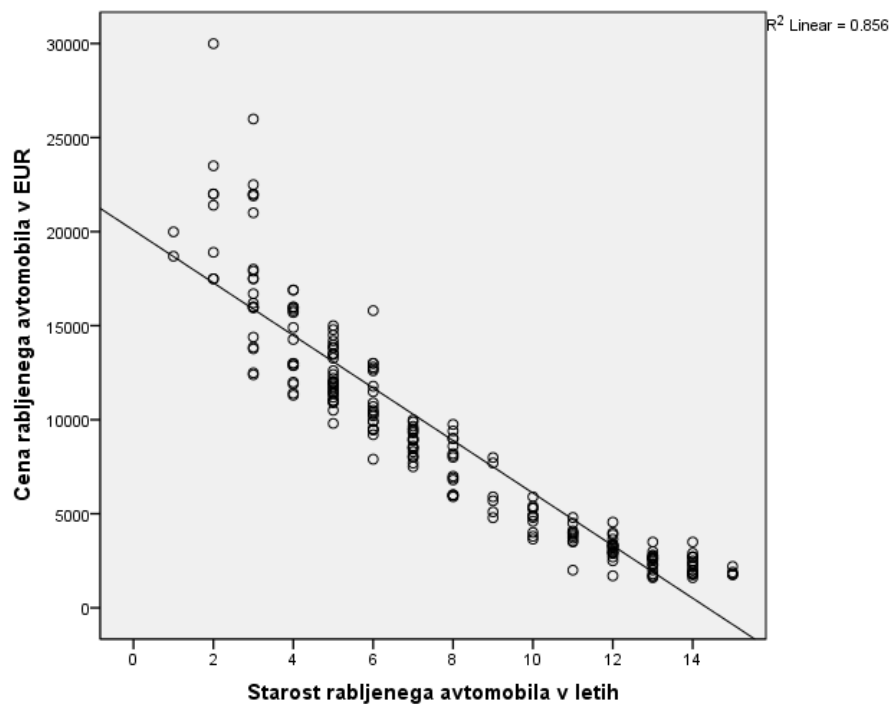
Priloga 3: Razsewni diagrami cene rabljenega avtomobila v odvisnosti od pojasnjevalnih spremenljivk

GRAPH

```
/SCATTERPLOT (BIVAR)=STAROST WITH CENA
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 2: Cena avtomobila v odvisnosti od starosti avtomobila

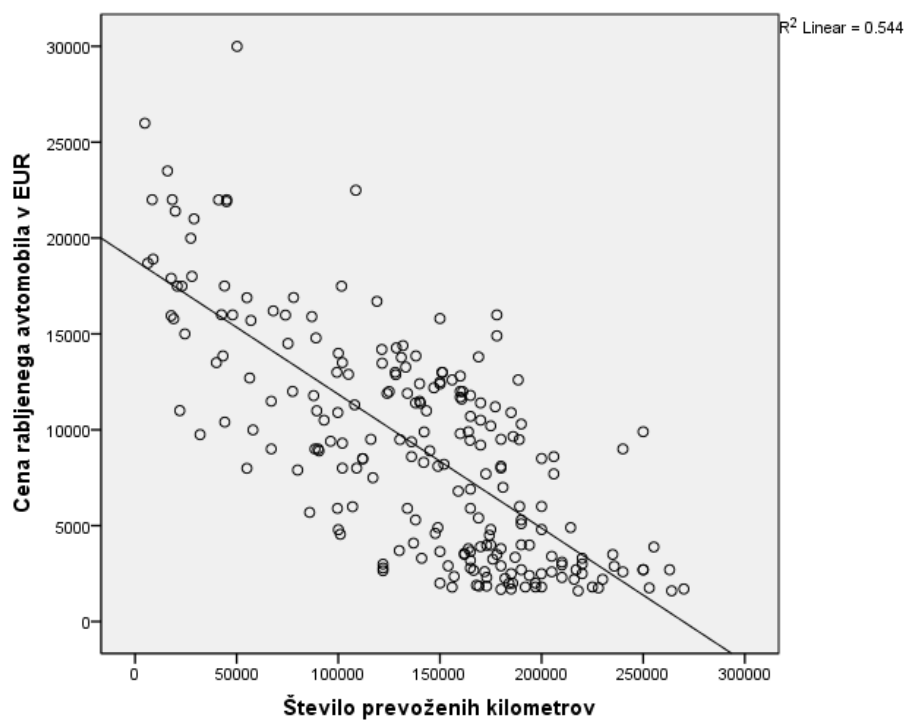


GRAPH

```
/SCATTERPLOT (BIVAR)=KM WITH CENA
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

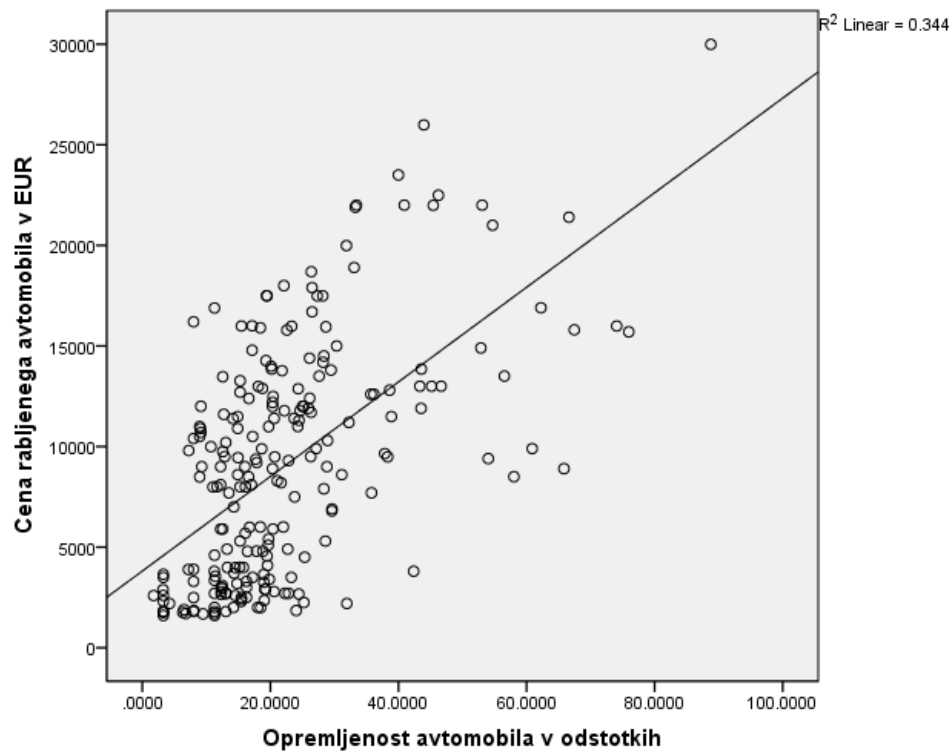
Slika 3: Cena avtomobila v odvisnosti od števila prevoženih kilometrov



GRAPH

```
/SCATTERPLOT(BIVAR)=OPREMA WITH CENA  
/MISSING=LISTWISE.
```

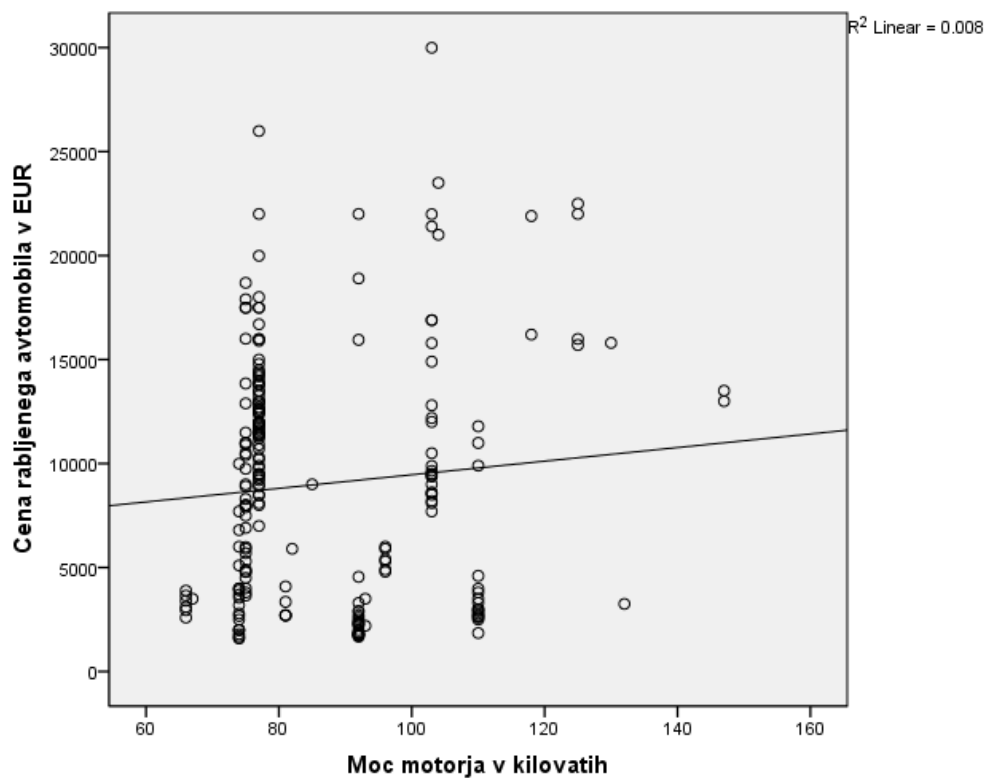
Slika 4: Cena avtomobila v odvisnosti od opremljenosti avtomobila



GRAPH

```
/SCATTERPLOT(BIVAR)=MOC WITH CENA  
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 5: Cena avtomobila v odvisnosti od moči motorja

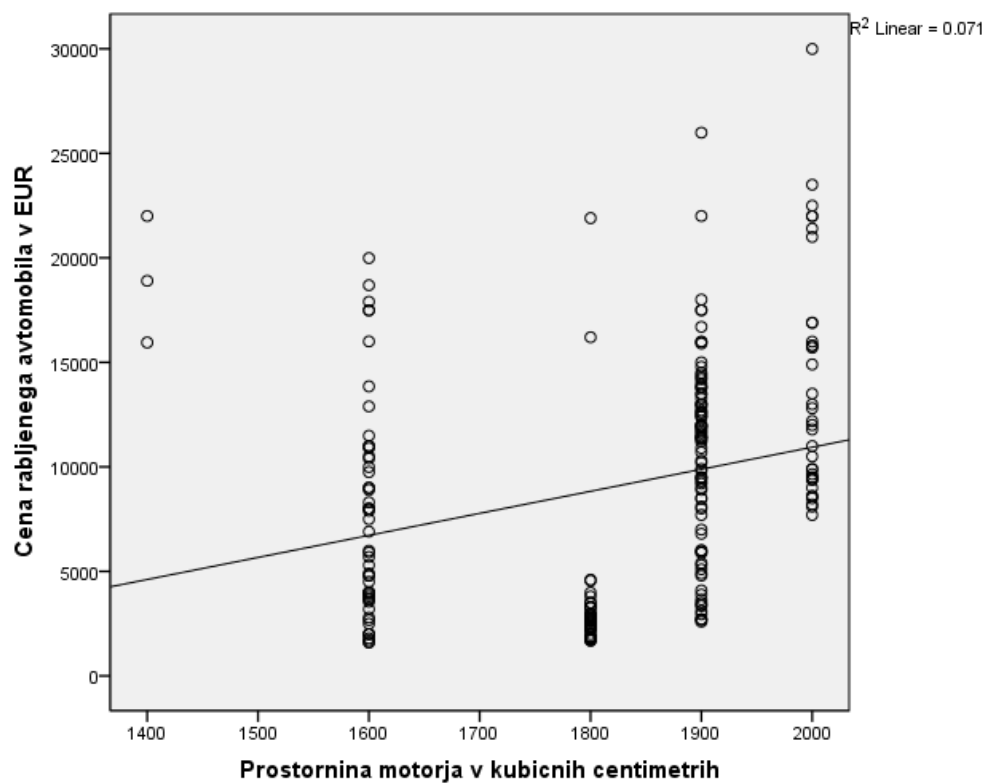


GRAPH

/SCATTERPLOT (BIVAR) =PROSTORNINA WITH CENA

/MISSING=LISTWISE.

Slika 6: Cena avtomobila v odvisnosti od prostornine motorja



Priloga 4: SPSS izpis korelacijskih koeficientov med pojasnjevalnimi spremenljivkami

CORRELATIONS

```
/VARIABLES=STAROST OPREMA KM MOC PROSTORNINA MOTOR
/PRINT=TWOTAIL SIG
/MISSING=PAIRWISE.
```

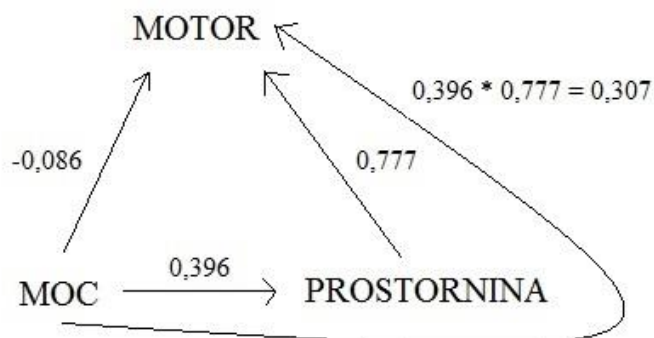
Correlations

		Starost rabljenega avtomobila v letih	Opremljenost avtomobila v odstotkih	Število prevoženih kilometrov	Moc motorja v kilovatih	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	Tip motorja, bencin ali dizel
Starost rabljenega avtomobila v letih	Pearson Correlation	1	-.487**	.683**	.039	-.224*	-.488**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.560	.001	.000
	N	222	222	222	222	222	222
Opremljenost avtomobila v odstotkih	Pearson Correlation	-.487**	1	-.310**	.363**	.355**	.332**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000
	N	222	222	222	222	222	222
Število prevoženih kilometrov	Pearson Correlation	.683**	-.310**	1	.013	.146*	-.033
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.842	.030	.622
	N	222	222	222	222	222	222
Moc motorja v kilovatih	Pearson Correlation	.039	.363**	.013	1	.396**	-.086
	Sig. (2-tailed)	.560	.000	.842		.000	.200
	N	222	222	222	222	222	222
Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	Pearson Correlation	-.224*	.355**	.146*	.396**	1	.777**
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.030	.000		.000
	N	222	222	222	222	222	222
Tip motorja, bencin ali dizel	Pearson Correlation	-.488**	.332**	-.033	-.086	.777**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.622	.200	.000	
	N	222	222	222	222	222	222

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Slika 7: Parcialni korelacijski koeficient med močjo in tipom motorja, pri izločenem vplivu prostornine



Parcialni korelacijski koeficient med močjo in tipom motorja, pri izločenem vplivu prostornine:

$$-0,086 - 0,307 = -0,394$$

Priloga 5: SPSS izpis vključevanja pojasnjevalnih spremenljivk v model

1. Izbor pojasnjevalnih spremenljivk na podlagi metode ENTER

REGRESSION

```
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CENA
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC MOTOR.
```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih, Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12994.704	2687.832		4.835	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-980.107	57.492	-.649	-17.048	.000
	Moc motorja v kilovatih	17.497	12.769	.047	1.370	.172
	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	2.311	2.099	.058	1.101	.272
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.259	-8.156	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	501.817	638.614	.043	.786	.433
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	55.427	10.523	.138	5.267	.000

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

2. Izbor pojasnjevalnih spremenljivk na podlagi metode FORWARD, ob predhodni vključitvi spremenljivke tip motorja

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CENA
/METHOD=ENTER MOTOR
/METHOD=FORWARD STAROST KM OPREMA MOC.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Enter
2	Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
3	Število prevoženih kilometrov	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
4	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
5	Moc motorja v kilovatih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6142.902	516.017		11.904	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	5333.465	701.858	.456	7.599	.000
2	(Constant)	20009.565	492.765		40.607	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	60.034	343.203	.005	.175	.861
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1393.497	44.301	-.923	-31.455	.000
3	(Constant)	20098.199	444.512		45.214	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	1246.474	350.992	.107	3.551	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1053.563	62.022	-.698	-16.987	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.257	-7.165	.000
4	(Constant)	17780.803	508.643		34.957	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	963.943	317.225	.082	3.039	.003
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-948.650	57.448	-.628	-16.513	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.251	-7.794	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	70.308	9.579	.175	7.340	.000
5	(Constant)	15828.125	776.464		20.385	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	1114.372	313.721	.095	3.552	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-968.372	56.523	-.641	-17.132	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.255	-8.079	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	54.728	10.509	.137	5.208	.000
	Moc motorja v kilovatih	27.959	8.535	.075	3.276	.001

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Excluded Variables^f

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Starost rabljenega avtomobila v letih	-.923 ^a	-31.455	.000	-.905	.761
	Moc motorja v kilovatih	.128 ^a	2.137	.034	.143	.993
	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	-.220 ^a	-2.332	.021	-.156	.396
	Število prevoženih kilometrov	-.723 ^a	-20.580	.000	-.812	.999
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.489 ^a	8.972	.000	.518	.890
2	Moc motorja v kilovatih	.125 ^b	5.141	.000	.329	.993
	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	.155 ^b	3.759	.000	.247	.365
	Število prevoženih kilometrov	-.257 ^b	-7.165	.000	-.437	.414
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.180 ^b	6.684	.000	.412	.751
3	Moc motorja v kilovatih	.128 ^c	5.967	.000	.375	.992
	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	.181 ^c	4.969	.000	.320	.362
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.175 ^c	7.340	.000	.446	.751
4	Moc motorja v kilovatih	.075 ^d	3.276	.001	.218	.789
	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	.113 ^d	3.168	.002	.211	.326
5	Prostornina motorja v kubicnih centimetrih	.058 ^e	1.101	.272	.075	.145

a. Predictors in the Model: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

b. Predictors in the Model: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Starost rabljenega avtomobila v letih

c. Predictors in the Model: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Starost rabljenega avtomobila v letih, Število prevoženih kilometrov

d. Predictors in the Model: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Starost rabljenega avtomobila v letih, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih

e. Predictors in the Model: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Starost rabljenega avtomobila v letih, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Moc motorja v kilovatih

f. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Priloga 6: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov linearne regresijske funkcije po metodi Enter

REGRESSION

```

/DESCRIPTIVES MEAN STDDEV CORR SIG N
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CENA
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC MOTOR.

```

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Cena rabljenega avtomobila v EUR	9025.86	5842.401	222
Starost rabljenega avtomobila v letih	7.91	3.869	222
Opremljenost avtomobila v odstotkih	22.177890	14.5803904	222
Število prevoženih kilometrov	140449.80	61701.396	222
Moc motorja v kilovatih	86.63	15.616	222
Tip motorja, bencin ali dizel	.54	.499	222

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.955 ^a	.911	.909	1759.802	.911	443.967	5	216	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.875E9	5	1.375E9	443.967	.000 ^a
	Residual	6.689E8	216	3096902.281		
	Total	7.544E9	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	15828.125	776.464		20.385	.000					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-968.372	56.523	-.641	-17.132	.000	-.925	-.759	-.347	.293	3.414
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	54.728	10.509	.137	5.208	.000	.587	.334	.106	.597	1.675
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.255	-8.079	.000	-.737	-.482	-.164	.414	2.418
	Moc motorja v kilovatih	27.959	8.535	.075	3.276	.001	.087	.218	.066	.789	1.267
	Tip motorja, bencin ali dizel	1114.372	313.721	.095	3.552	.000	.456	.235	.072	.571	1.752

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Priloga 7: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov dvojne logaritemske regresijske funkcije po metodi Enter

REGRESSION

```

/DESCRIPTIVES MEAN STDDEV CORR SIG N
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT lnCENA
/METHOD=ENTER lnSTAROST lnOPREMA lnKM lnMOC MOTOR.

```

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
lnCENA	8.854753	.7641051	222
lnSTAROST	1.925292	.5691947	222
lnOPREMA	2.900051	.6602763	222
lnKM	11.679066	.7211910	222
lnMOC	4.447060	.1671687	222
Tip motorja, bencin ali dizel	.54	.499	222

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, lnKM, lnMOC, lnOPREMA, lnSTAROST	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: lnCENA

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.940 ^a	.884	.881	.2637959	.884	327.645	5	216	.000	.985

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, lnKM, lnMOC, lnOPREMA, lnSTAROST

b. Dependent Variable: lnCENA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	114.001	5	22.800	327.645	.000 ^a
	Residual	15.031	216	.070		
	Total	129.032	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, lnKM, lnMOC, lnOPREMA, lnSTAROST

b. Dependent Variable: lnCENA

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	10.886	.590		18.447	.000					
	lnSTAROST	-.977	.056	-.728	-17.328	.000	-.918	-.763	-.402	.306	3.272
	lnOPREMA	.123	.034	.106	3.649	.000	.585	.241	.085	.635	1.574
	lnKM	-.080	.039	-.075	-2.051	.041	-.622	-.138	-.048	.398	2.510
	lnMOC	.059	.112	.013	.523	.602	.004	.036	.012	.895	1.118
	Tip motorja, bencin ali dizel	.306	.045	.200	6.843	.000	.531	.422	.159	.631	1.585

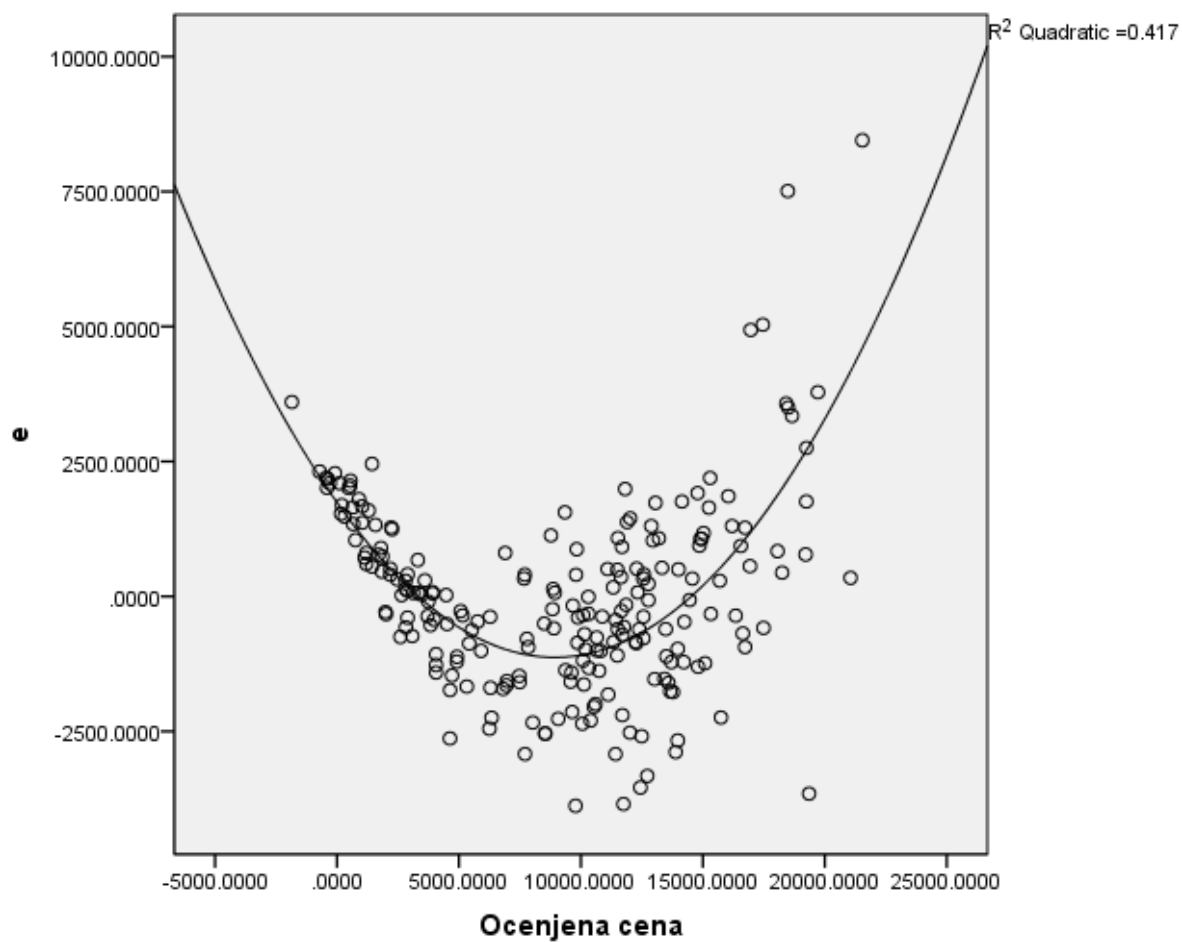
a. Dependent Variable: lnCENA

Priloga 8: Razsevni diagram ostankov v odvisnosti od ocenjene cene ($\widehat{CENA}$)

GRAPH

```
/SCATTERPLOT(BIVAR)=ocenjena_CENA WITH e  
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 8: Ostanki v odvisnosti od ocenjene cene



Priloga 9: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov razširjenega modela s spremenljivko $CENA^2$ po metodi Enter

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CENA
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC MOTOR ocenjena_CENA_na2.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ocenjena_CENA_na2, Moc motorja v kilovatih, Tip motorja, bencin ali dizel, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.978 ^a	.957	.956	1228.138

a. Predictors: (Constant), ocenjena_CENA_na2, Moc motorja v kilovatih, Tip motorja, bencin ali dizel, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.219E9	6	1.203E9	797.712	.000 ^a
	Residual	3.243E8	215	1508323.109		
	Total	7.544E9	221			

a. Predictors: (Constant), ocenjena_CENA_na2, Moc motorja v kilovatih, Tip motorja, bencin ali dizel, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6899.710	801.571		8.608	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-359.096	56.397	-.238	-6.367	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	-21.247	8.891	-.053	-2.390	.018
	Število prevoženih kilometrov	.002	.003	.025	.884	.378
	Moc motorja v kilovatih	-1.679	6.271	-.004	-.268	.789
	Tip motorja, bencin ali dizel	417.520	223.742	.036	1.866	.063
	ocenjena_CENA_na2	4.455E-5	.000	.796	15.116	.000

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Priloga 10: SPSS izpis vrednosti korelacijskih in determinacijskih koeficientov med pojasnjevalnimi spremenljivkami

1. STAROST – OPREMA

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT STAROST
/METHOD=ENTER OPREMA.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.487 ^a	.237	.234	3.387	.237	68.439	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Opremljenost avtomobila v odstotkih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	785.144	1	785.144	68.439	.000 ^a
	Residual	2523.870	220	11.472		
	Total	3309.014	221			

a. Predictors: (Constant), Opremljenost avtomobila v odstotkih

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	10.772	.414		25.991	.000					
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	-.129	.016	-.487	-8.273	.000	-.487	-.487	-.487	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

2. STAROST – KM

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT STAROST
/METHOD=ENTER KM.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Število prevoženih kilometrov	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.683 ^a	.467	.465	2.831	.467	192.741	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Število prevoženih kilometrov

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1545.238	1	1545.238	192.741	.000 ^a
	Residual	1763.776	220	8.017		
	Total	3309.014	221			

a. Predictors: (Constant), Število prevoženih kilometrov

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	1.886	.473		3.985	.000					
	Število prevoženih kilometrov	4.286E-5	.000	.683	13.883	.000	.683	.683	.683	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

3. STAROST – MOC

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT STAROST
/METHOD=ENTER MOC.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Moc motorja v kilovatih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.039 ^a	.002	-.003	3.875	.002	.341	1	220	.560

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.119	1	5.119	.341	.560 ^a
	Residual	3303.894	220	15.018		
	Total	3309.014	221			

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	7.061	1.469		4.805	.000					
	Moc motorja v kilovatih	.010	.017	.039	.584	.560	.039	.039	.039	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

4. STAROST – MOTOR

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT STAROST
/METHOD=ENTER MOTOR.
    
```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.488 ^a	.239	.235	3.384	.239	68.948	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	789.592	1	789.592	68.948	.000 ^a
	Residual	2519.422	220	11.452		
	Total	3309.014	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	9.951	.335		29.698	.000					
	Tip motorja, bencin ali dizel	-3.784	.456	-.488	-8.304	.000	-.488	-.488	-.488	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

5. OPREMA – KM

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT OPREMA
/METHOD=ENTER KM.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Število prevoženih kilometrov	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.310 ^a	.096	.092	13.8931068	.096	23.406	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Število prevoženih kilometrov

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4517.849	1	4517.849	23.406	.000 ^a
	Residual	42464.051	220	193.018		
	Total	46981.900	221			

a. Predictors: (Constant), Število prevoženih kilometrov

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	32.470	2.323		13.979	.000					
	Število prevoženih kilometrov	-7.328E-5	.000	-.310	-4.838	.000	-.310	-.310	-.310	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

6. OPREMA – MOC

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT OPREMA
/METHOD=ENTER MOC.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Moc motorja v kilovatih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.363 ^a	.131	.128	13.6190794	.131	33.300	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6176.449	1	6176.449	33.300	.000 ^a
	Residual	40805.451	220	185.479		
	Total	46981.900	221			

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-7.150	5.164		-1.385	.168					
	Moc motorja v kilovatih	.339	.059	.363	5.771	.000	.363	.363	.363	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

7. OPREMA – MOTOR

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT OPREMA
/METHOD=ENTER MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.332 ^a	.110	.106	13.7832248	.110	27.303	1	220	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5186.897	1	5186.897	27.303	.000 ^a
	Residual	41795.003	220	189.977		
	Total	46981.900	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Coefficients^a

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
Model											
1	(Constant)	16.935	1.365		12.409	.000					
	Tip motorja, bencin ali dizel	9.699	1.856	.332	5.225	.000	.332	.332	.332	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

8. KM – MOC

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT KM
/METHOD=ENTER MOC.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Moc motorja v kilovatih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.013 ^a	.000	-.004	61835.869	.000	.040	1	220	.842

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.523E8	1	1.523E8	.040	.842 ^a
	Residual	8.412E11	220	3.824E9		
	Total	8.414E11	221			

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	135843.929	23446.147		5.794	.000					
	Moc motorja v kilovatih	53.167	266.371	.013	.200	.842	.013	.013	.013	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

9. KM – MOTOR

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT KM
/METHOD=ENTER MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.033 ^a	.001	-.003	61807.246	.001	.244	1	220	.622

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.309E8	1	9.309E8	.244	.622 ^a
	Residual	8.404E11	220	3.820E9		
	Total	8.414E11	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	142670.922	6119.829		23.313	.000					
	Tip motorja, bencin ali dizel	-4109.080	8323.868	-.033	-.494	.622	-.033	-.033	-.033	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

10. MOC – MOTOR

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT MOC
/METHOD=ENTER MOTOR.
    
```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.086 ^a	.007	.003	15.593	.007	1.649	1	220	.200

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	400.914	1	400.914	1.649	.200 ^a
	Residual	53488.798	220	243.131		
	Total	53889.712	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel

b. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	88.088	1.544		57.056	.000					
	Tip motorja, bencin ali dizel	-2.697	2.100	-.086	-1.284	.200	-.086	-.086	-.086	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

Priloga 11: SPSS izpis pomožnih regresij med pojasnjevalnimi spremenljivkami

1. Odvisna spremenljivka STAROST

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT STAROST
/METHOD=ENTER OPREMA KM MOC MOTOR.
    
```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.841 ^a	.707	.702	2.114	.707	130.943	4	217	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2339.680	4	584.920	130.943	.000 ^a
	Residual	969.333	217	4.467		
	Total	3309.014	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

b. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	3.916	.894		4.381	.000					
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	-.050	.012	-.188	-4.111	.000	-.487	-.269	-.151	.643	1.554
	Število prevoženih kilometrov	3.830E-5	.000	.611	15.539	.000	.683	.726	.571	.874	1.144
	Moc motorja v kilovatih	.016	.010	.065	1.578	.116	.039	.107	.058	.798	1.253
	Tip motorja, bencin ali dizel	-3.099	.313	-.400	-9.913	.000	-.488	-.558	-.364	.829	1.206

a. Dependent Variable: Starost rabljenega avtomobila v letih

2. Odvisna spremenljivka OPREMA

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT OPREMA
/METHOD=ENTER STAROST KM MOC MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.635 ^a	.403	.392	11.3674629	.403	36.646	4	217	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18941.331	4	4735.333	36.646	.000 ^a
	Residual	28040.569	217	129.219		
	Total	46981.900	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	.544	5.015		.109	.914					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1.446	.352	-.384	-4.111	.000	-.487	-.269	-.216	.316	3.167
	Število prevoženih kilometrov	-1.117E-5	.000	-.047	-.580	.562	-.310	-.039	-.030	.414	2.414
	Moc motorja v kilovatih	.368	.049	.394	7.475	.000	.363	.453	.392	.992	1.008
	Tip motorja, bencin ali dizel	5.173	1.996	.177	2.592	.010	.332	.173	.136	.588	1.700

a. Dependent Variable: Opremljenost avtomobila v odstotkih

3. Odvisna spremenljivka KM

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT KM
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA MOC MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.766 ^a	.586	.579	40043.874	.586	76.925	4	217	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.934E11	4	1.233E11	76.925	.000 ^a
	Residual	3.480E11	217	1.604E9		
	Total	8.414E11	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih, Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

b. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-860.657	17668.161		-.049	.961					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	13749.927	884.871	.862	15.539	.000	.683	.726	.678	.619	1.616
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	-138.664	238.949	-.033	-.580	.562	-.310	-.039	-.025	.598	1.673
	Moc motorja v kilovatih	102.790	194.077	.026	.530	.597	.013	.036	.023	.790	1.266
	Tip motorja, bencin ali dizel	49547.083	6296.609	.401	7.869	.000	-.033	.471	.344	.734	1.363

a. Dependent Variable: Število prevoženih kilometrov

4. Odvisna spremenljivka MOC

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT MOC
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.459 ^a	.211	.196	13.998	.211	14.511	4	217	.000

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11372.625	4	2843.156	14.511	.000 ^a
	Residual	42517.087	217	195.931		
	Total	53889.712	221			

a. Predictors: (Constant), Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	69.840	3.958		17.645	.000					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	.705	.447	.175	1.578	.116	.039	.107	.095	.296	3.375
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.557	.075	.520	7.475	.000	.363	.453	.451	.751	1.332
	Število prevoženih kilometrov	1.256E-5	.000	.050	.530	.597	.013	.036	.032	.414	2.415
	Tip motorja, bencin ali dizel	-5.380	2.468	-.172	-2.180	.030	-.086	-.146	-.131	.583	1.715

a. Dependent Variable: Moc motorja v kilovatih

5. Odvisna spremenljivka MOTOR

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT MOTOR
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Moc motorja v kilovatih, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Tip motorja, bencin ali dizel

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.655 ^a	.429	.419	.381	.429	40.808	4	217	.000

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	23.669	4	5.917	40.808	.000 ^a
	Residual	31.466	217	.145		
	Total	55.135	221			

a. Predictors: (Constant), Moc motorja v kilovatih, Število prevoženih kilometrov, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Dependent Variable: Tip motorja, bencin ali dizel

Coefficients^a

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	.923	.156		5.918	.000					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-.101	.010	-.779	-9.913	.000	-.488	-.558	-.508	.426	2.350
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.006	.002	.169	2.592	.010	.332	.173	.133	.615	1.625
	Število prevoženih kilometrov	4.481E-6	.000	.553	7.869	.000	-.033	.471	.404	.532	1.881
	Moc motorja v kilovatih	-.004	.002	-.124	-2.180	.030	-.086	-.146	-.112	.806	1.240

a. Dependent Variable: Tip motorja, bencin ali dizel

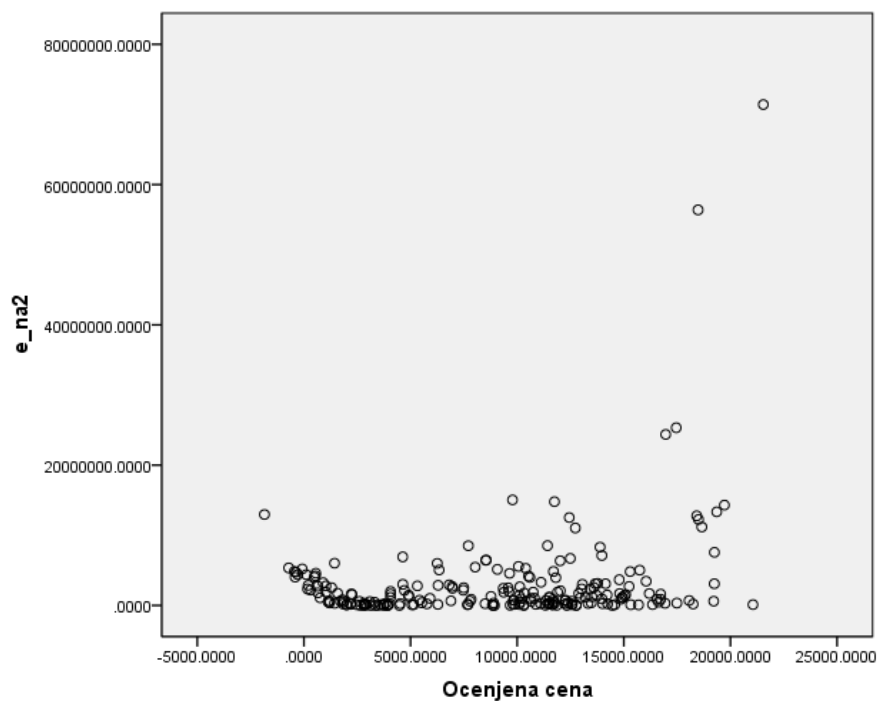
Priloga 12: Razsevni diagrami ocene kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od ocenjene odvisne spremenljivke in pojasnjevalnih spremenljivk

GRAPH

```
/SCATTERPLOT (BIVAR)=ocenjena_CENA WITH e_na2
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 9: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od ocenjene cene

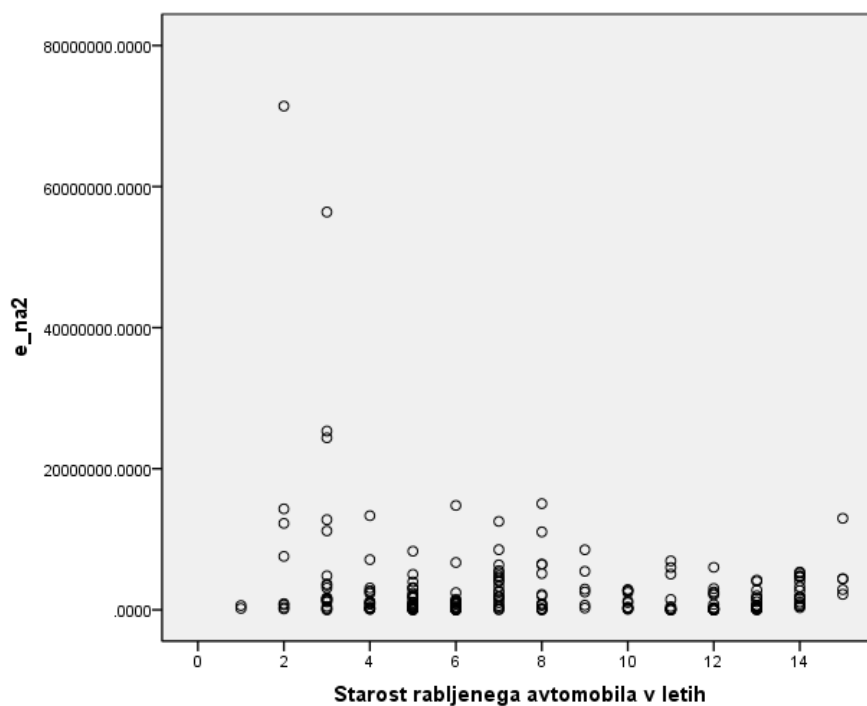


GRAPH

```
/SCATTERPLOT (BIVAR)=STAROST WITH e_na2
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 10: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od starosti avtomobila

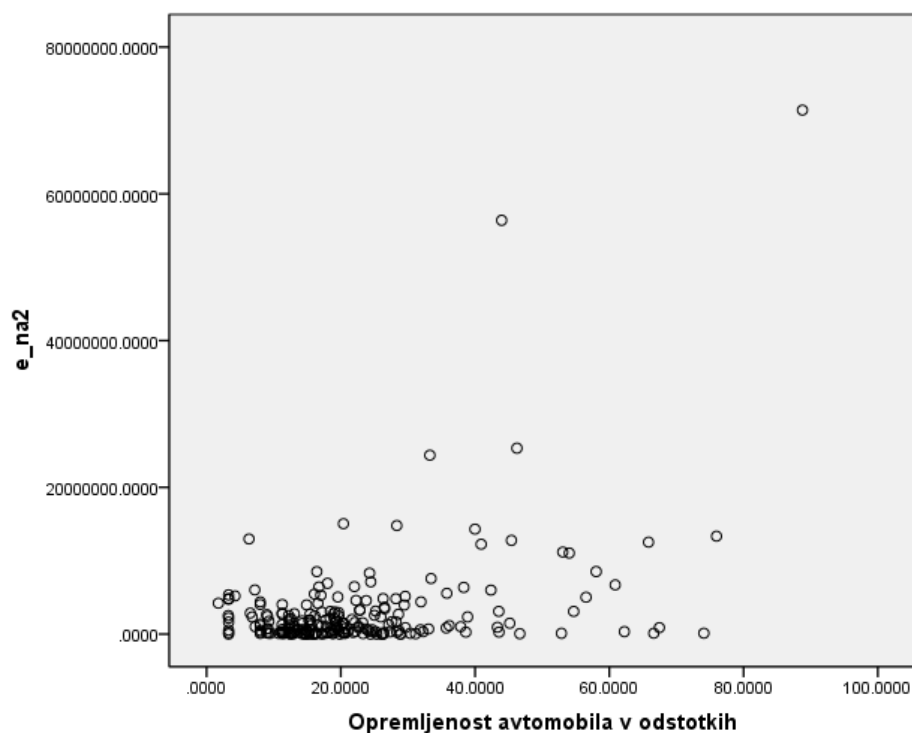


GRAPH

```
/SCATTERPLOT(BIVAR)=OPREMA WITH e_na2
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 11: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od opremljenosti avtomobila

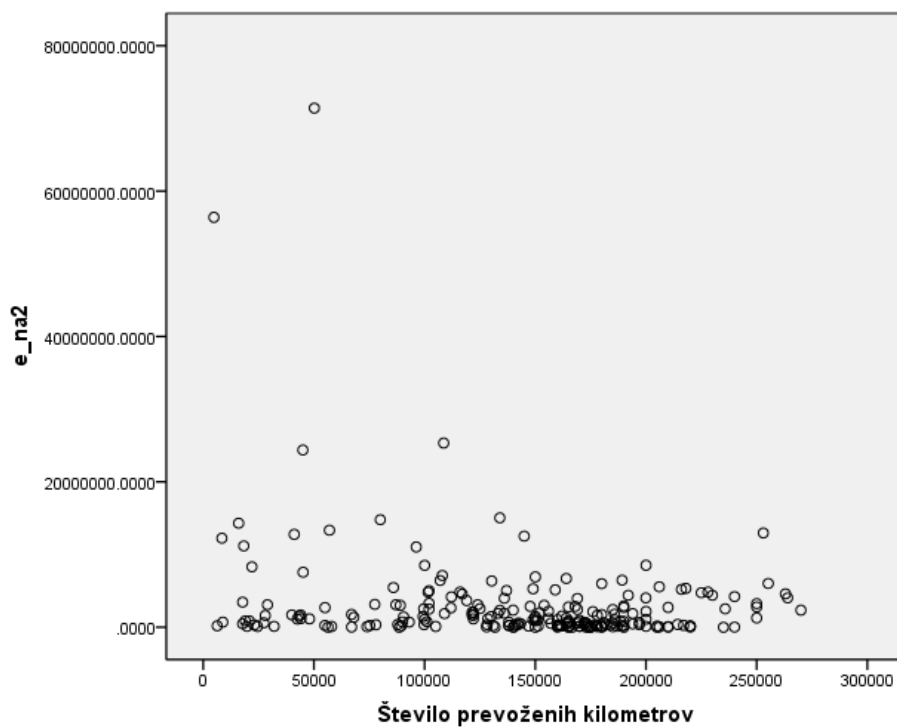


GRAPH

```
/SCATTERPLOT(BIVAR)=KM WITH e_na2
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Slika 12: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od števila prevoženih kilometrov

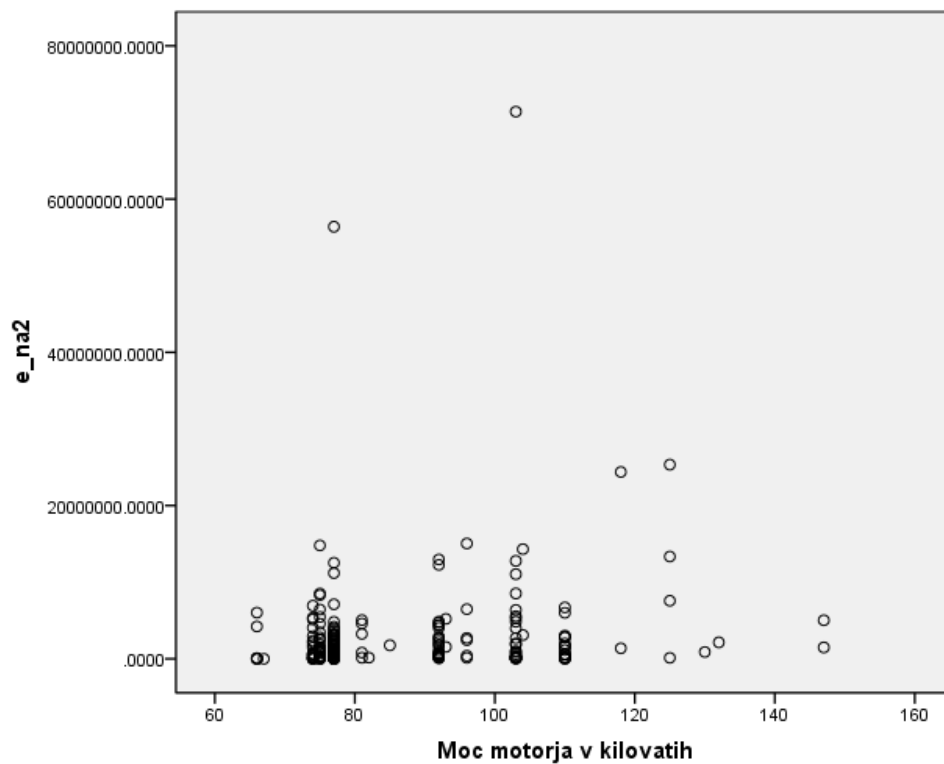


GRAPH

/SCATTERPLOT (BIVAR)=MOC WITH e_na2

/MISSING=LISTWISE

Slika 13: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od moči motorja

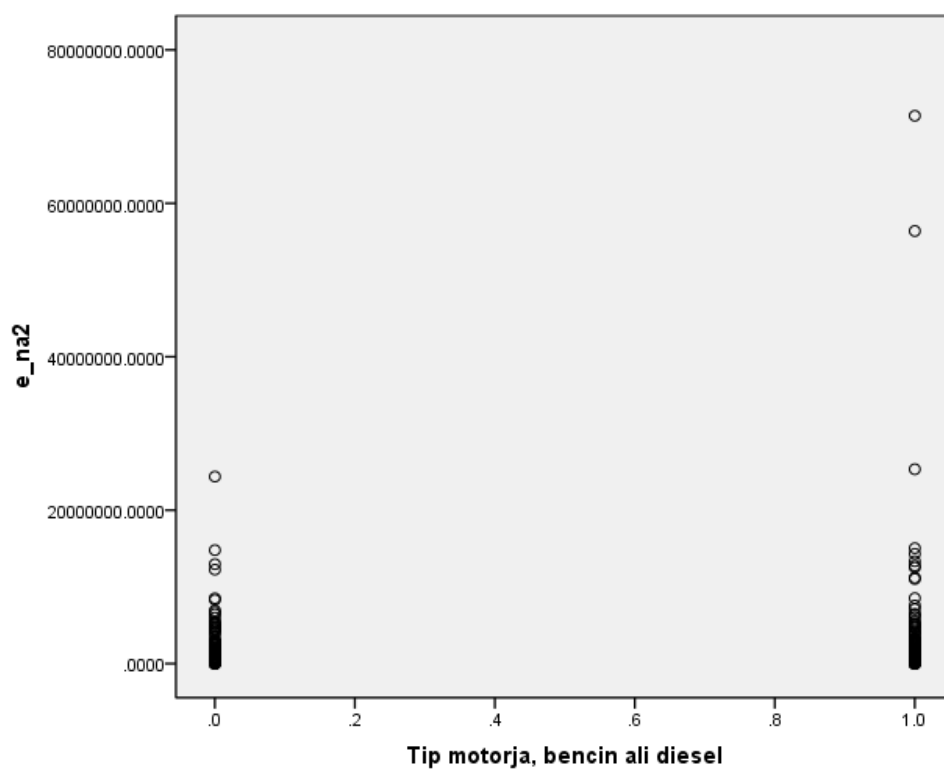


GRAPH

/SCATTERPLOT (BIVAR)=MOTOR WITH e_na2

/MISSING=LISTWISE.

Slika 14: Ocena kvadrata slučajne spremenljivke v odvisnosti od tipa motorja



Priloga 13: SPSS izpis ocene pomožne linearne regresije za Whitov test

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT e_na2
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC MOTOR STAROSTna2 OPREMAAna2 KMna2 MOCna2
STAROST_OPREMA STAROST_KM STAROST_MOC STAROST_MOTOR OPREMA_KM OPREMA_MOC
OPREMA_MOTOR KM_MOC KM_MOTOR MOC_MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MOC_MOTOR, STAROST_OPREMA, KMna2, Moc motorja v kilovatih, OPREMAAna2, STAROSTna2, STAROST_MOTOR, OPREMA_KM, OPREMA_MOTOR, KM_MOTOR, KM_MOC, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, OPREMA_MOC, STAROST_MOC, Starost rabljenega avtomobila v letih, MOCna2, STAROST_KM	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: e_na2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.653 ^a	.427	.373	5499583.3755698	.427	7.924	19	202	.000

a. Predictors: (Constant), MOC_MOTOR, STAROST_OPREMA, KMna2, Moc motorja v kilovatih, OPREMAAna2, STAROSTna2, STAROST_MOTOR, OPREMA_KM, OPREMA_MOTOR, KM_MOTOR, KM_MOC, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, OPREMA_MOC, STAROST_MOC, Starost rabljenega avtomobila v letih, MOCna2, STAROST_KM

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.554E15	19	2.397E14	7.924	.000 ^a
	Residual	6.110E15	202	3.025E13		
	Total	1.066E16	221			

a. Predictors: (Constant), MOC_MOTOR, STAROST_OPREMA, KMna2, Moc motorja v kilovatih, OPREMAAna2, STAROSTna2, STAROST_MOTOR, OPREMA_KM, OPREMA_MOTOR, KM_MOTOR, KM_MOC, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Tip motorja, bencin ali dizel, Število prevoženih kilometrov, OPREMA_MOC, STAROST_MOC, Starost rabljenega avtomobila v letih, MOCna2, STAROST_KM

b. Dependent Variable: e_na2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-13941008.287	20734037.937		-.672	.502					
	Starost rabljenega avtomobila v letih	2591370.394	1512545.859	1.444	1.713	.088	-.176	.120	.091	.004	250.297
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	830966.766	273516.372	1.744	3.038	.003	.422	.209	.162	.009	116.208
	Število prevoženih kilometrov	-83.916	70.648	-.745	-1.188	.236	-.235	-.083	-.063	.007	138.841
	Moc motorja v kilovatih	14452.975	406232.857	.032	.036	.972	.163	.003	.002	.003	294.033
	Tip motorja, bencin ali dizel	2707516.054	7072232.653	.195	.383	.702	.090	.027	.020	.011	91.176
	STAROSTna2	-29353.513	79916.903	-.280	-.367	.714	-.135	-.026	-.020	.005	204.215
	OPREMAna2	8101.626	1926.110	1.241	4.206	.000	.497	.284	.224	.033	30.672
	KMna2	4.839E-5	.000	.115	.252	.802	-.176	.018	.013	.014	73.189
	MOCna2	1228.308	2019.639	.534	.608	.544	.159	.043	.032	.004	271.947
	STAROST_OC	5487.687	18220.576	.069	.301	.764	.084	.021	.016	.054	18.646
	STAROST_KM	1.602	6.792	.220	.236	.814	-.156	.017	.013	.003	305.522
	STAROST_MOTOR	-23304.613	14479.439	-1.240	-1.609	.109	-.136	-.113	-.086	.005	209.412
	STAROST_MOTOR	-567646.512	617912.589	-.305	-.919	.359	-.027	-.065	-.049	.026	38.747
	OPREMA_KM	-2.390	.853	-.729	-2.801	.006	.024	-.193	-.149	.042	23.893
	OPREMA_MOTOR	-8540.661	2564.797	-2.037	-3.330	.001	.400	-.228	-.177	.008	131.872
	OPREMA_MOTOR	-170248.183	104702.850	-.436	-1.626	.106	.351	-.114	-.087	.039	25.400
	KM_MOC	.929	.772	.778	1.203	.230	-.179	.084	.064	.007	147.345
	KM_MOTOR	22.999	30.803	.270	.747	.456	-.079	.052	.040	.022	46.132
	MOC_MOTOR	30146.755	86062.228	.191	.350	.726	.135	.025	.019	.010	104.691

a. Dependent Variable: e_na2

Priloga 14: SPSS izpis ocene pomožne linearne regresije za poenostavljeno različico Whitovega testa

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT e_na2
/METHOD=ENTER STAROST OPREMA KM MOC MOTOR STAROSTna2 OPREMAAna2 KMna2
MOCna2.

```

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MOCna2, KMna2, Tip motorja, bencin ali dizel, OPREMAAna2, STAROSTna2, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih, Moc motorja v kilovatih	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: e_na2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.577 ^a	.333	.305	5792487.659 0731	.333	11.757	9	212	.000

a. Predictors: (Constant), MOCna2, KMna2, Tip motorja, bencin ali dizel, OPREMAAna2, STAROSTna2, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih, Moc motorja v kilovatih

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3.550E15	9	3.945E14	11.757	.000 ^a
	Residual	7.113E15	212	3.355E13		
	Total	1.066E16	221			

a. Predictors: (Constant), MOCna2, KMna2, Tip motorja, bencin ali dizel, OPREMAAna2, STAROSTna2, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Starost rabljenega avtomobila v letih, Moc motorja v kilovatih

b. Dependent Variable: e_na2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Partial	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-4298064.724	11975919.338		-.359	.720						
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-145536.067	647559.864	-.081	-.225	.822	-.176	-.015	-.013	.024	41.355	
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	-243106.817	92549.235	-.510	-2.627	.009	.422	-.178	-.147	.083	11.994	
	Število prevoženih kilometrov	-81.564	27.832	-.725	-2.931	.004	-.235	-.197	-.164	.051	19.424	
	Moc motorja v kilovatih	305144.941	247616.801	.686	1.232	.219	.163	.084	.069	.010	98.477	
	Tip motorja, bencin ali dizel	926684.230	1055361.858	.067	.878	.381	.090	.060	.049	.546	1.830	
	STAROSTna2	21159.775	36468.440	.202	.580	.562	-.135	.040	.033	.026	38.333	
	OPREMAAna2	6277.588	1203.323	.961	5.217	.000	.497	.337	.293	.093	10.791	
	KMna2	.000	.000	.514	2.214	.028	-.176	.150	.124	.058	17.130	
	MOCna2	-1649.983	1285.051	-.718	-1.284	.201	.159	-.088	-.072	.010	99.245	

a. Dependent Variable: e_na2

Priloga 15: SPSS izpis ocen regresijskih koeficientov linearne regresijske funkcije po metodi Forward

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CHANGE
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CENA
/METHOD=FORWARD STAROST OPREMA KM MOC MOTOR.

```

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Starost rabljenega avtomobila v letih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
2	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
3	Število prevoženih kilometrov	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
4	Tip motorja, bencin ali dizel	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)
5	Moc motorja v kilovatih	.	Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.925 ^a	.856	.856	2218.744
2	.938 ^b	.881	.880	2027.645
3	.950 ^c	.903	.902	1832.486
4	.952 ^d	.907	.905	1798.831
5	.955 ^e	.911	.909	1759.802

a. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

c. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov

d. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel

e. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih

ANOVA^f

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.461E9	1	6.461E9	1312.359	.000 ^a
	Residual	1.083E9	220	4922825.789		
	Total	7.544E9	221			
2	Regression	6.643E9	2	3.322E9	807.905	.000 ^b
	Residual	9.004E8	219	4111343.117		
	Total	7.544E9	221			
3	Regression	6.811E9	3	2.270E9	676.145	.000 ^c
	Residual	7.320E8	218	3358004.753		
	Total	7.544E9	221			
4	Regression	6.841E9	4	1.710E9	528.570	.000 ^d
	Residual	7.022E8	217	3235793.856		
	Total	7.544E9	221			
5	Regression	6.875E9	5	1.375E9	443.967	.000 ^e
	Residual	6.689E8	216	3096902.281		
	Total	7.544E9	221			

a. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

c. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov

d. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel

e. Predictors: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel, Moc motorja v kilovatih

f. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20071.941	339.337		59.150	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1397.283	38.571	-.925	-36.226	.000
2	(Constant)	17452.748	500.597		34.864	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1266.248	40.361	-.839	-31.373	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	71.391	10.711	.178	6.665	.000
3	(Constant)	18415.748	472.417		38.982	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-1050.503	47.529	-.696	-22.102	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	73.841	9.687	.184	7.623	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.019	.003	-.205	-7.080	.000
4	(Constant)	17780.803	508.643		34.957	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-948.650	57.448	-.628	-16.513	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	70.308	9.579	.175	7.340	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.251	-7.794	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	963.943	317.225	.082	3.039	.003
5	(Constant)	15828.125	776.464		20.385	.000
	Starost rabljenega avtomobila v letih	-968.372	56.523	-.641	-17.132	.000
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	54.728	10.509	.137	5.208	.000
	Število prevoženih kilometrov	-.024	.003	-.255	-8.079	.000
	Tip motorja, bencin ali dizel	1114.372	313.721	.095	3.552	.000
	Moc motorja v kilovatih	27.959	8.535	.075	3.276	.001

a. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR

Excluded Variables^e

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Moc motorja v kilovatih	.124 ^a	5.120	.000	.327	.998
	Število prevoženih kilometrov	-.197 ^a	-6.067	.000	-.379	.533
	Tip motorja, bencin ali dizel	.005 ^a	.175	.861	.012	.761
	Opremljenost avtomobila v odstotkih	.178 ^a	6.665	.000	.411	.763
2	Moc motorja v kilovatih	.069 ^b	2.696	.008	.180	.807
	Število prevoženih kilometrov	-.205 ^b	-7.080	.000	-.432	.532
	Tip motorja, bencin ali dizel	-.017 ^b	-.637	.525	-.043	.750
3	Moc motorja v kilovatih	.063 ^c	2.714	.007	.181	.806
	Tip motorja, bencin ali dizel	.082 ^c	3.039	.003	.202	.583
4	Moc motorja v kilovatih	.075 ^d	3.276	.001	.218	.789

a. Predictors in the Model: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih

b. Predictors in the Model: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih

c. Predictors in the Model: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov

d. Predictors in the Model: (Constant), Starost rabljenega avtomobila v letih, Opremljenost avtomobila v odstotkih, Število prevoženih kilometrov, Tip motorja, bencin ali dizel

e. Dependent Variable: Cena rabljenega avtomobila v EUR