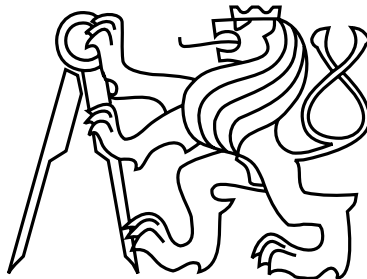


České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra Řídící Techniky



Bakalářská práce

Modelování vlivu zákaznické spokojenosti na profitabilitu společnosti

Monika Dvořáková

Vedoucí práce: Ing. Ondřej Novák

Studijní program: Kybernetika a robotika, Bakalářský

Obor: Systémy a řízení

23. května 2014

Poděkování

Velice ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Ondřeji Novákovi, za jeho odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup během zpracování této práce. Chtěla bych také poděkovat rodině a přátelům, kteří mi byli oporou během celého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 22. 5. 2014

.....

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Monika Dvořáková**

Studijní program: Kybernetika a robotika
Obor: Systémy a řízení

Název tématu: **Modelování vlivu zákaznické spokojenosti na profitabilitu společnosti**

Pokyny pro vypracování:

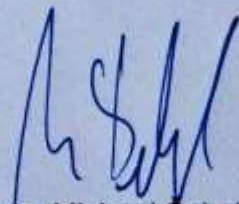
1. Seznamte se způsoby měření zákaznické spokojenosti a ukazateli ovlivňujícími míru spokojenosti zákazníků v oblasti prodejních a poprodejních služeb.
2. Seznamte se s metodami modelování časových řad.
3. Navrhněte modely vlivu zákaznické spokojenosti a dalších ukazatelů na profitabilitu společnosti a otestujte kvalitu navržených modelů.
4. Diskutujte vhodnost použití jednotlivých modelů a významnost ukazatelů v použitých modelech.

Seznam odborné literatury:

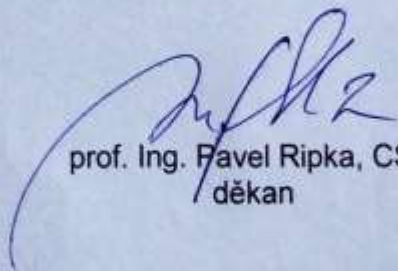
- [1] Havlena, V., Štecha, J., Moderní teorie řízení. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000.
- [2] Woods, R. L., Lawrence K. L. (1997), Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall
- [3] Noskiewič, P. (1999), Modelování a identifikace systémů, MONTANEX Ostrava

Vedoucí: Ing. Ondřej Novák

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015


prof. Ing. Michael Sebek, DrSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 18. 2. 2014

Abstract

In present hypercompetitive market environment of car producers established especially at the developed west european markets is very difficult to gain new customers and increase the market share. The car producing companies have to use all possibilities to build and increase customer loyalty and ensure the sustainable growth of market share. One possibility how to improve customer's loyalty to brand is to provide the highest standard at both sales and service department and carefully monitor the customer satisfaction.

The aim of this bachelor thesis is to create a suitable model of market share at a given country. As the inputs of the model the key indicators of customer satisfaction, sales and service and also the macroeconomical data has been used. The target market for my analysis is Germany.

As output of this thesis come proposed models which simulate the desired market share most precisely. This way are also determined the indicators which have the direct impact on development of the market share.

Abstrakt

V dnešním hyperkompetitivním prostředí na trhu s automobily, obzvláště na rozvinutých trzích západní Evropy, je pro výrobce automobilů nutné všemi dostupnými prostředky zvyšovat loajalitu zákazníků a zajistit si tak stabilně rostoucí tržní podíl. Jednou z možností budování loajalitu zákazníků je vysoká kvalita prodávaných výrobků a také poskytovaných služeb. Jako indikátory spokojenosti zákazníků jsou využívány takzvané indexy zákaznické spokojenosti.

Cílem této bakalářské práce je vytvořit model simulující reálnou tvorbu tržního podílu dané automobilky na trhu. Jako vstupní veličiny modelu jsou při tom použity stěžejní indikátory zákaznické společnosti, klíčové ukazatele z oblasti prodeje nových vozů i služeb servisu a také základní makroekonomická data z daného trhu. Za cílový trh, pro který bude model tvořen, bylo zvoleno Německo.

Výstupem práce jsou navržené modely, které dle provedené analýzy a testů nejlépe generují výstupy podobné skutečnému vývoji tržního podílu značky. Tímto způsobem jsou také určeny ukazatele, jejichž změna se přímo odráží na vývoji skutečného podílu značky na trhu.

Key words

system identification, system modeling, economical model, ARX, ARMAX, customer satisfaction, customer retention, profitability, least square error, root mean square error

Klíčová slova

identifikace systému, modelování systému, ekonomický model, ARX, ARMAX, zákaznická spokojenost, udržení zákazníků, profitabilita, chyba nejmenších čtverců, RMSE - odmocnina střední kvadratické chyby

Obsah

1	Úvod	1
2	Teoretická část	2
2.1	Specifikace relevantních časových řad pro tvorbu modelu	2
2.1.1	Data definující trh	3
2.1.1.1	Makroekonomické veličiny	3
2.1.1.2	Vozový park	6
2.1.1.3	Pozice automobilky na trhu	8
2.1.2	Data zachycující vývoj prodejů vozů	11
2.1.2.1	Business data - prodej	11
2.1.2.2	Data zachycující zákaznickou spokojenost - prodej	14
2.1.3	Data zachycující situaci v oblasti Servisu	17
2.1.3.1	Business data - servis	17
2.1.3.2	Data zachycující zákaznickou spokojenost - prodej	20
2.1.3.3	Kvalitativní ukazatele	21
2.1.3.4	Dílenské testy	22
2.1.4	Generování profitu	24
2.2	Modelování systému	26
2.2.1	Tvorba matematického modelu	26
2.2.2	Identifikace modelu	27
2.2.2.1	Data	28
2.2.2.2	Návrhy modelů	28
2.2.2.3	Pravidla pro vyhodnocení vhodnosti/nevhodnosti modelu	29
2.2.3	Struktura modelu	29
2.2.3.1	Modelová struktura ARX	30
2.2.3.2	Modelová struktura ARMAX	31

3 Praktická část	33
3.1 Model Prodej	34
3.1.1 ARX model Prodej	34
3.1.2 ARMAX model Prodej	37
3.2 Model Kombinované CRI	39
3.2.1 ARX model Kombinované CRI	39
3.2.2 ARMAX model Kombinované CRI	41
3.3 Model Cena	42
3.3.1 ARX model Cena	42
3.3.2 ARMAX model Cena	44
3.4 Model Servis	47
3.4.1 ARX model Servis	47
3.4.2 ARMAX model Servis	49
3.5 Model Měkké ukazatele	52
3.5.1 ARX model Měkké ukazatele	52
3.5.2 ARMAX model Měkké ukazatele	54
3.6 Model CRI-cena	57
3.6.1 ARX model CRI-cena	57
3.6.2 ARMAX CRI-cena	59
3.7 Model Kvalita	62
3.7.1 ARX model Kvalita	62
3.7.2 ARMAX model Kvalita	64
3.8 Vyhodnocení kvality modelů	67
3.9 Význam ukazatelů použitých v modelech	68
4 Závěr	70
Literatura	71
A Obsah příloženého CD	73

Seznam obrázků

2.1	Vývoj populace v Německu [14]	3
2.2	Vývoj populace HDP na obyvatele [15]	4
2.3	Vývoj nezaměstnanosti [15]	4
2.4	Vývoj indexu spotřebitelských cen (základ rok 2010) [15]	5
2.5	Vývoj průměrných reálných hrubých měsíčních mezd [13]	5
2.6	Vývoj průměrného počtu vozů na 1000 obyvatel v Německu [17]	6
2.7	Průměrné stáří vozů v Německu [17]	7
2.8	Počet návštěv autoservisu za rok [18]	7
2.9	Velikost vozového parku [20]	8
2.10	Vývoj indexu udržení zákazníků v oddělení prodeje i servisu [19][18]	9
2.11	Vývoj podílu značky a jejích konkurentů na trhu [20]	9
2.12	Vývoj podílu značky na trhu [20]	10
2.13	Migrace zákazníků značky Green a jejích konkurentů [20]	11
2.14	Průměrné prodejní ceny modelů značky Green [19]	12
2.15	Počty prodaných modelů v jednotlivých letech [19]	12
2.16	Průměrná cena prodaného vozu [19]	13
2.17	Kumulovaná marže za všechny vozy prodané v daném roce (podle modelů) [19]	13
2.18	Index udržení zákazníků při koupi vozu [19]	14
2.19	Všeobecná spokojenost zákazníků s nákupem vozu [19]	15
2.20	Vývoj indexu doporučení a dalšího nákupu vozu v daném dealerství [19]	15
2.21	Vývoj zákaznické loajality ke značce Green [20]	16
2.22	Vývoj zákaznické loajality hlavních konkurentů [20]	16
2.23	Počet průchodů servisy (kumulativně) [18]	17
2.24	Celkové pracovní hodiny prodané servisy [18]	18
2.25	Průměrné hodiny prodané na jeden průchod [18]	18
2.26	Vývoj hodinových sazeb v servisu [18]	19
2.27	Průměrná platba v servisu na jeden průchod [18]	19
2.28	CRI index v servisu [18]	20
2.29	Index všeobecné spokojenosti se servisem [18]	21

2.30	Počet provedených dílenských testů [18]	21
2.31	Vývoj míry opakovaných oprav [18]	22
2.32	Úspěšnost při dílenských testech [18]	23
2.33	Počet provedených dílenských testů [18]	23
2.34	Příspěvky jednotlivých oblastí k celkovému obratu společnosti [20]	24
2.35	Profit generující jednotlivé činnosti (oddělení) ve společnosti [20]	25
2.36	Srovnání ROS jednotlivých značek [19]	25
2.37	Obecný model s více vstupy [2]	26
2.38	Postup pro identifikaci systému [4]	27
3.1	Schéma modelu Prodej	34
3.2	Výstup ARX modelu Prodej (trénovací data)	35
3.3	Výstup ARX modelu Prodej (trénovací a validační data)	36
3.4	Výstup ARX modelu Prodej (validační data)	36
3.5	Výstup ARMAX modelu Prodej (trénovací data)	37
3.6	Výstup ARMAX modelu Prodej (trénovací a validační data)	38
3.7	Výstup ARMAX modelu Prodej (validační data)	38
3.8	Schéma modelu Kombinované CRI	39
3.9	Výstup ARX modelu Kombinované CRI (trénovací data)	40
3.10	Výstup ARX modelu Kombinované CRI (trénovací a validační data)	40
3.11	Schéma modelu Cena	42
3.12	Výstup ARX modelu Cena (trénovací data)	43
3.13	Výstup ARX modelu Cena (trénovací a validační data)	43
3.14	Výstup ARX modelu Cena (validační data)	44
3.15	Výstup ARMAX modelu Cena (trénovací data)	45
3.16	Výstup ARMAX modelu Cena (trénovací a validační data)	45
3.17	Výstup ARMAX modelu Cena (validační data)	46
3.18	Schéma modelu Servis	47
3.19	Výstup ARX modelu Servis (trénovací data)	48
3.20	Výstup ARX modelu Servis (trénovací a validační data)	48
3.21	Výstup ARX modelu Servis (validační data)	49
3.22	Výstup ARMAX modelu Servis (trénovací data)	50
3.23	Výstup ARMAX modelu Servis (trénovací a validační data)	51
3.24	Výstup ARMAX modelu Servis (validační data)	51
3.25	Schéma modelu Měkké ukazatele	52
3.26	Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (trénovací data)	53
3.27	Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (trénovací a validační data)	53
3.28	Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (validační data)	54
3.29	Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (trénovací data)	55

3.30 Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (trénovací a validační data)	55
3.31 Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (validační data)	56
3.32 Schéma modelu CRI-cena	57
3.33 Výstup ARX modelu CRI-cena (trénovací data)	58
3.34 Výstup ARX modelu CRI-cena (trénovací a validační data)	58
3.35 Výstup ARX modelu CRI-cena (validační data)	59
3.36 Výstup ARMAX modelu CRI-cena (trénovací data)	60
3.37 Výstup ARMAX modelu CRI-cena (trénovací a validační data)	60
3.38 Výstup ARMAX modelu CRI-cena (validační data)	61
3.39 Schéma modelu Kvalita	62
3.40 Výstup ARX modelu Kvalita (trénovací data)	63
3.41 Výstup ARX modelu Kvalita (trénovací a validační data)	63
3.42 Výstup ARX modelu Kvalita (validační data)	64
3.43 Výstup ARMAX modelu Kvalita (trénovací data)	65
3.44 Výstup ARMAX modelu Kvalita (trénovací a validační data)	66
3.45 Výstup ARMAX modelu Kvalita (validační data)	66
3.46 Stavba všech modelů	68

Kapitola 1

Úvod

V segmentu prodeje nových osobních vozů dnes panuje hyperkompetitivním tržní prostředí. Výrobci vozů usilují o každého jednotlivého zákazníka, a to jak o nového, tak i o udržení těch stávajících. Vlivem možnosti rychlé přepravy a akceptace asijských výrobců jako producentů kvalitních vozů je dnešní konkurence na evropském trhu velmi silná. Příliv nových značek s často levnější prodejní cenou a neotřelým vzhledem atakuje evropské zákazníky a podněcuje je k opouštění tradičních evropských značek. S asijskou i ostatní konkurencí lze bojovat soustavným budováním loajality ke značce a zvyšováním zákaznické spokojenosti, jak při prodeji vozu, tak i při jeho následném servisu. Samozřejmostí pak musí být vysoká kvalita prodaných produktů a poskytnutých služeb [9].

Cílem této bakalářské práce je modelovat vliv zákaznické spokojenosti a dalších klíčových ukazatelů z oblasti prodeje nových aut a poskytování servisních služeb na schopnost společnosti v budoucnu generovat profit. Tato schopnost generování profitu je vyjádřena aktuálním tržním podílem společnosti na trhu, neboť obě stěžejní aktivity generují profit na základě skutečného objemu vozů značky v zemi. Méně prodaných aut znamená kromě menšího podílu na trhu a menších příjmů z prodejů také snížení počtu návštěv servisů v nadcházejících obdobích a další snížení profitu společnosti. Tento efekt se promítá do dalších let, kdy mohla být extra prodaná auta dále servisována.

Kvalita poskytovaných služeb stejně jako celkový přístup společnosti a jejich reprezentantů k zákazníkovi jsou dva klíčové faktory ovlivňující spokojenost zákazníků [9]. Pro generování profitu mohou být důležité i další ukazatele a také makroekonomické veličiny, které dávají obraz o ekonomické situaci dané země. Relevantní data a ukazatele, u kterých se očekává přímý či nepřímý vliv na profitabilitu společnosti jsou představeny v první části této práce. Pro účely práce budu výrobce vozů, který mě zajímá, označovat jako automobilku Green. Její konkurenti budou označeni dalšími barvami. Dalším bodem teoretické části práce je představení postupu pro identifikaci systému a seznámení se základními modelovými strukturami ARX a ARMAX, které jsou při identifikaci použity.

V praktické části své bakalářské práce se zaměřuji na skutečnou tvorbu modelu, který bude dostatečně přesně simulovat skutečný vývoj tržního podílu společnosti na daném trhu. Za tímto účelem bylo sestaveno sedm kandidátských modelů, které jsou právě v této praktické části práce testovány a následně vyhodnoceny. Na závěr bude zhodnocena možnost použití vybraného modelu a diskutován vliv jednotlivých časových řad na konečný výsledek.

Kapitola 2

Teoretická část

V teoretické části práce budou definovány konkrétní časové řady, u kterých se předpokládá přímý či nepřímý vliv na vývoj tržního podílu dané značky na trhu. Za použití těchto časových řad bude dle předložené teorie (druhá polovina teoretické části práce) vytvořen model systému vlivu zákaznické spokojenosti na tržní podíl společnosti. K tomuto účelu bude představen postup pro identifikaci systému a také modelové struktury ARX a ARMAX.

2.1 Specifikace relevantních časových řad pro tvorbu modelu

Volba relevantních časových řad (veličin) je klíčovým bodem pro tvorbu modelu zajišťujícího akceptovatelnou míru spolehlivosti vzhledem k jeho účelu. Nejprve je tedy nutné definovat účel zvoleného modelu:

Účelem vytvořeného modelu je odhalení vlivu jednotlivých ukazatelů a indikátorů výkonnosti sledovaných v oblasti prodeje (Sales) a servisu (After Sales) osobních vozů na schopnost společnosti vozy vyrábějící v budoucnu generovat profit. Skutečná značka vozu byla pro účely této práce zaměněna za značení Green a schopnost generovat profit je zachycena pomocí tržního podílu v dané zemi. Jako testovací země bylo zvoleno Německo.

Časový rámec byl stanoven na 50 měsíců, tzn. na období od začátku roku 2010 do února roku 2014. Délka identifikačního (trénovacího) období modelu byla zvolena vzhledem k výsledkům studie značky Green, provedené na Německém trhu roce 2013, která ukázala, že největší procento zákazníků se o koupi dalšího vozu rozhoduje po uplynutí třech let od koupě vozu předchozího. Jako validační vzorek dat, na kterém bude funkčnost modelu ověřena, byl zvolen časový úsek 14 měsíců, a to z důvodu omezené dostupnosti dat pro delší časové období.

Tematicky lze analyzované okruhy dat rozdělit do 4 skupin, které se navzájem ovlivňují:

1. Data definující trh
2. Data zachycující vývoj situace z hlediska prodeje vozů značky Green
3. Data zachycující situaci v oblasti servisu
4. Generování profitu

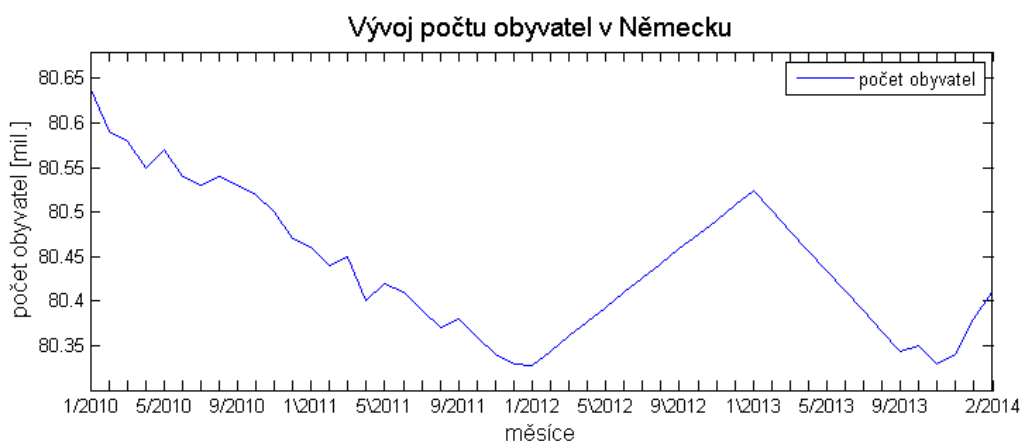
2.1.1 Data definující trh

Data definující trh jsou především základní makroekonomické veličiny, které nejlépe odrážejí vývoj hospodářské situace v zemi a ovlivňují tak nákupní chování zákazníků. Důležitým údajem o trhu je také počet aut na obyvatele, neboť tato informace je nutná k odhadu prodejního potenciálu společnosti, která se specializuje na výrobu, prodej a údržbu automobilů. Průměrné stáří vozů v zemi je klíčové číslo pro odhad počtu servisních prohlídek.

2.1.1.1 Makroekonomické veličiny

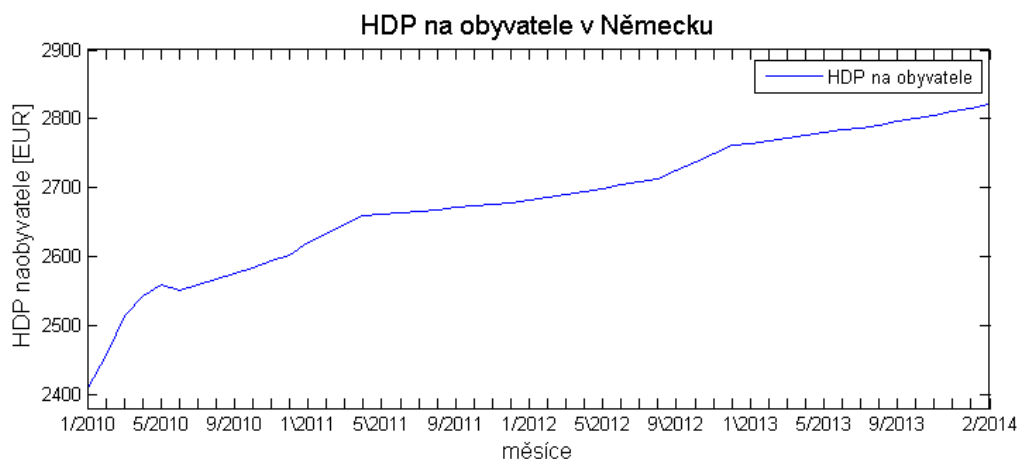
Zařazení těchto veličin mezi vstupy připravovaného modelu je nevyhnutelné, neboť nelze zanedbat pozitivní a potenciálně ani negativní důsledky vývoje tržní ekonomiky na chování zákazníků automobilky. Při stabilní ekonomické situaci se bude v zemi prodávat lépe než za dob recese, jak jsme se mohli přesvědčit v období hospodářské krize, kdy automobilový průmysl obecně vykázal velké ztráty.

Pokles počtu obyvatel je současným trendem téměř ve všech evropských zemích. Ani Německo není výjimkou, k výkyvu došlo pouze v období roku 2013, viz 2.1. Nízká fertilita (pouze 1.4 dítěte na ženu [14]) je částečně kompenzována vzrůstající dlouhověkostí a migrací obyvatelstva, klesající trend počtu obyvatel se však do dalších let předpokládá.



Obrázek 2.1: Vývoj populace v Německu [14]

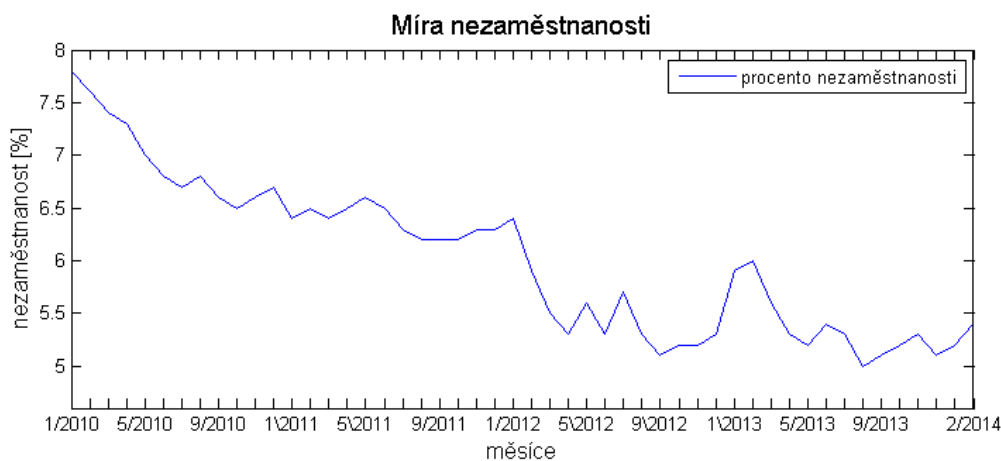
Na vývoji HDP na obyvatele (graf 2.2) lze pozorovat meziroční nárůst téměř ve všech sledovaných letech. Výjimkou je pouze měsíc v polovině roku 2010 a 2011 a leden roku 2013. Z grafu vyplývá, že Německo se velmi rychle dostává z hospodářské krize a opět startuje svoji ekonomiku. To znamená i rozvoj činnosti čtených německých automobilek, jejichž působení bylo díky krizi utlumeno. Narušení rostoucího trendu se nepředpokládá, pokud nedojde k neočekávaným událostem v podobě další krize.



Obrázek 2.2: Vývoj populace HDP na obyvatele [15]

Měsíční vývoj nezaměstnanosti od začátku roku 2010 v Německu napovídá, že se poměr nezaměstnaných obyvatel k počtu pracujících drží v intervalu od 5 % do 8 % ve sledovaném období, přičemž od roku 2012 se nezaměstnanost nachází v intervalu od 5 % do 6 %. Celkově je tedy Německo výrazně pod průměrem evropských zemí, což je v tomto případě velmi pozitivní jev.

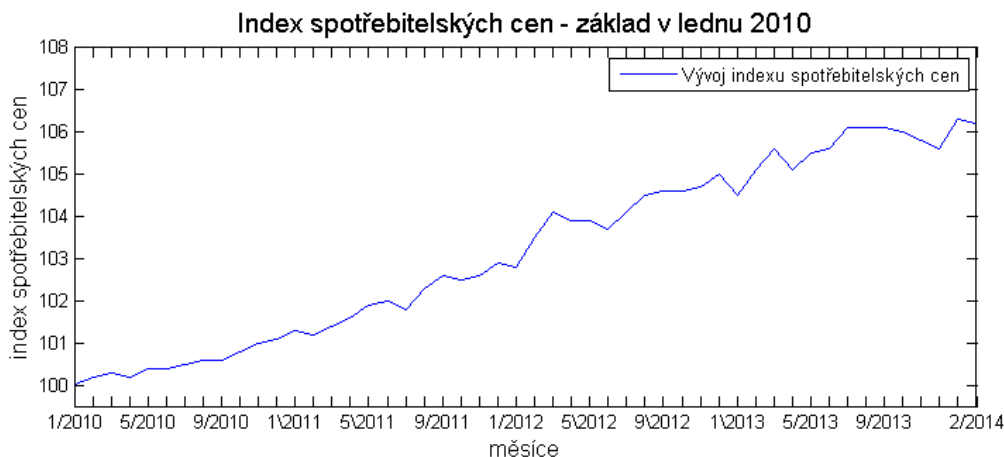
I toto číslo naznačuje, že hospodářská situace v Německu je dobrá. Predikce do budoucích měsíců (let) není na grafu 2.3 znázorněna, nicméně hodnota nezaměstnanosti bude s nejvyšší pravděpodobností opět v již zmíněném intervalu od 5 % do 6 %, možná dokonce nižší.



Obrázek 2.3: Vývoj nezaměstnanosti [15]

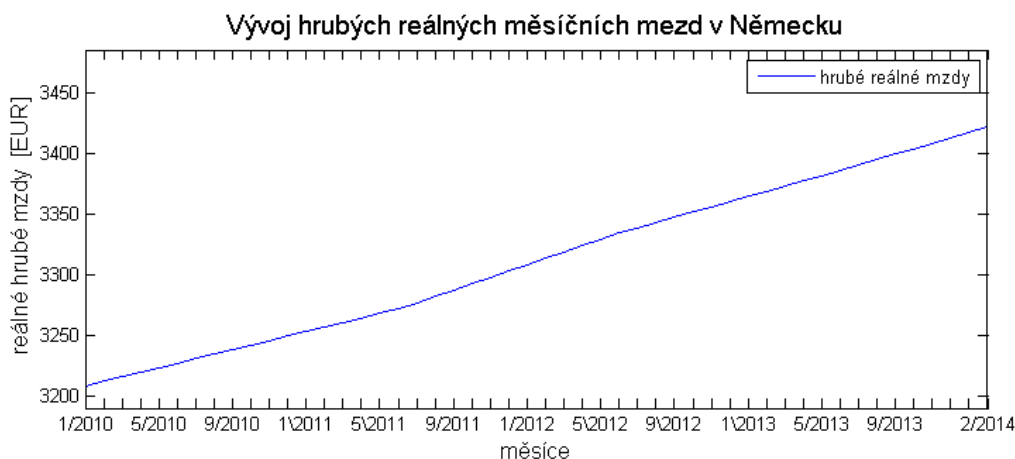
Index spotřebitelských cen se základem v lednu 2010 zaznamenal nárůst téměř ve všech měsících od začátku roku 2010 do současnosti. Vývoj napovídá, že ačkoliv HDP na obyvatele

i nominální mzdy rostou, v reálném pojetí je situace v zemi víceméně stagnující a nedá se hovořit o výrazném stabilním zlepšování životní situace občanů. Růst indexu spotřebitelských cen dosahuje průměrné hodnoty 1,5 procentního bodu ročně.



Obrázek 2.4: Vývoj indexu spotřebitelských cen (základ rok 2010) [15]

Podobného růstu jako index spotřebitelských cen dosahují i hrubé reálné mzdy, jejichž vývoj je zaznamenán na grafu 2.5. Růst reálných hrubých mezd je v desítkách EUR ročně a tento pozvolný růst lze očekávat i v dalších letech. Propast mezi nominálními a reálnými mzdami se však bude i nadále prohlubovat. Při srovnání grafů 2.5 a 2.2 lze dojít k závěru, že HDP na obyvatele roste rychleji než průměrné reálné hrubé mzdy. Nekorespondující růst reálných mezd je mimo jiné zapříčiněn množstvím imigrantů v zemi, kteří jsou ochotni pracovat za nižší platy a celkově tak snižují cenu práce na trhu.



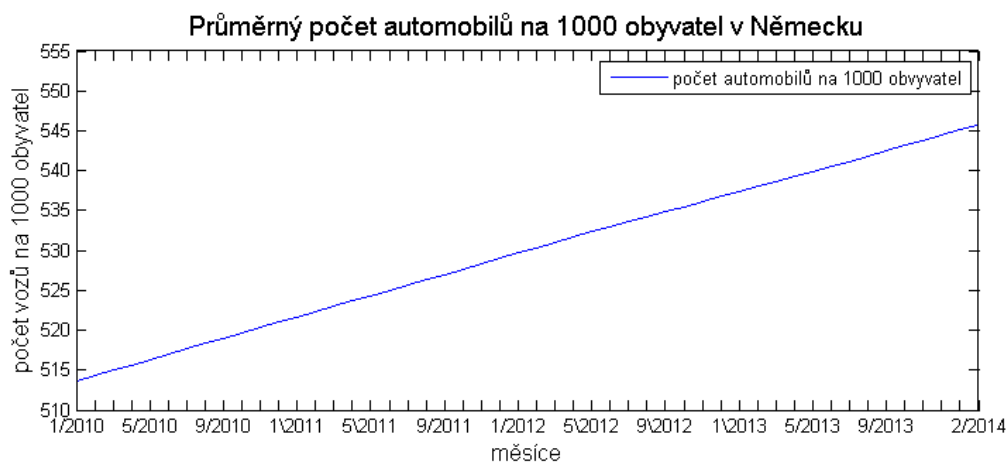
Obrázek 2.5: Vývoj průměrných reálných hrubých měsíčních mezd [13]

Z uvedených makroekonomických veličin vyplývá, že Německo je hospodářsky stabilní evropskou zemí, která je značně ovlivněna hospodářskými cykly. Ekonomika je silně závislá na automobilovém průmyslu a na strojírenství obecně. Ve vývoji makroekonomických veličin se projevuje celoevropský trend pozvolného nárůstu HDP na obyvatele spolu s poklesem porodnosti. Německo je považováno za jednu z nejsilnějších evropských ekonomik a jako takové je cílem mnoha migračních vln. To způsobuje, že navzdory nízké fertilitě počet obyvatel v zemi neustále roste. Překvapivě však není počet imigrantů provázen vyšší mírou nezaměstnanosti, nicméně se projevuje růstem reálných mezd nižším tempem než je tempo růstu HDP na obyvatele.

Pro model je důležité konstatovat, že koupěschopnost obyvatelstva bude i v dalších letech růst, vyšší disponibilní důchod domácností i jednotlivců bude mít pozitivní vliv na vývoj prodaných automobilů v zemi. Projeví se také častějšími návštěvami autorizovaných servisů a vyšším počtem vozů na 1000 obyvatel.

2.1.1.2 Vozový park

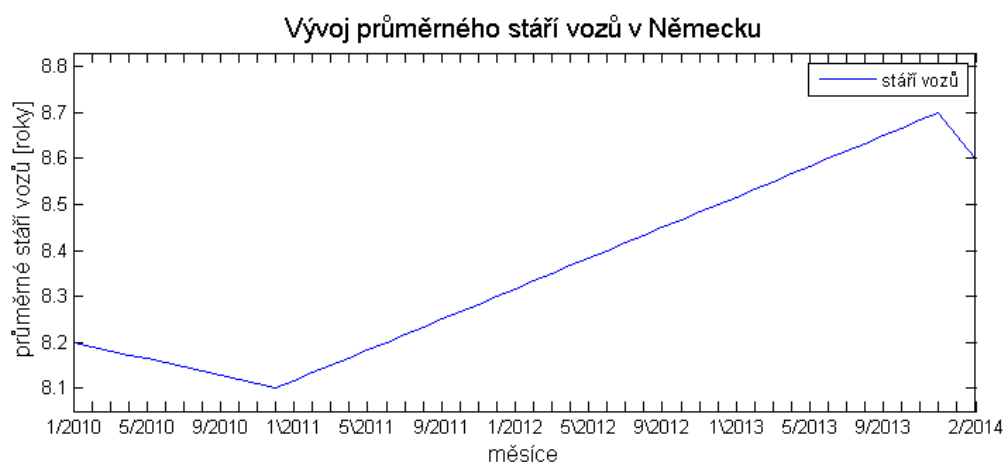
Počet vozů na obyvatele (na 1000 obyvatel) a průměrné stáří vozů v zemi jsou dva vybrané ukazatele nejlépe zachycující stav vozového parku v zemi. Tyto údaje nastíní, kde leží potenciál budoucího růstu, jaké jsou návyky uživatelů vozů atp. Dalším důležitým ukazatelem, který charakterizuje vozový park dané země je průměrná doba do výměny vozu za nový a počet návštěv vozu v servisu za období jednoho roku.



Obrázek 2.6: Vývoj průměrného počtu vozů na 1000 obyvatel v Německu [17]

Vývoj počtu vozů na 1000 obyvatel vykazuje stabilní meziměsíční i meziroční tempo růstu, které je přibližně 1,5 % ročně. Stabilní růst nebyl narušen v žádném období a pro tvorbu modelu to znamená, že objem vozů na daném trhu bude pravděpodobně růst i v dalších obdobích.

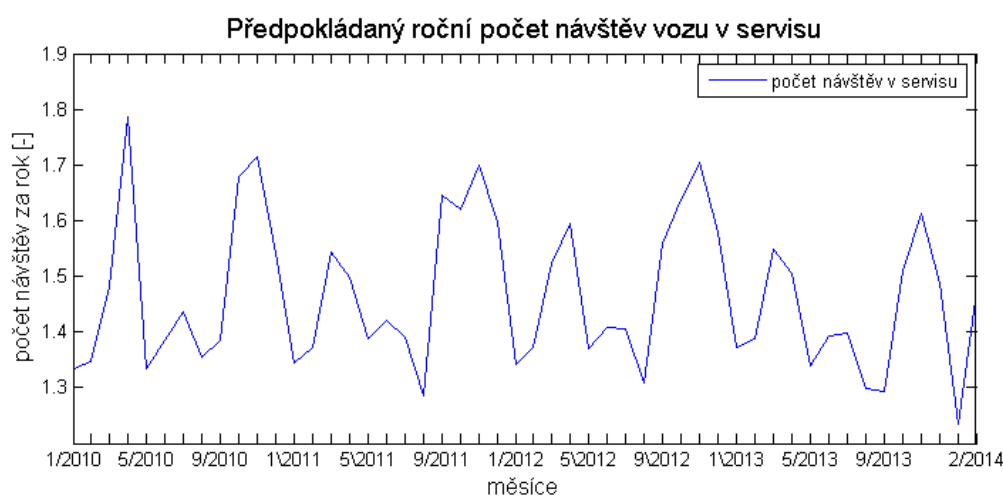
Průměrné stáří vozů v zemi dle grafu 2.7 meziročně téměř výhradně roste, a to s platností od počátku roku 2011. Příčinou může být všeobecné zvyšování kvality nabízených



Obrázek 2.7: Průměrné stáří vozů v Německu [17]

vozů, kterých proto déle vydrží v provozu, schopnost servisů poradit si i s dříve neřešitelnými závadami, či častý jev držení si starších vozů spolu s novými, aniž by byly ty staré využívány.

Pro moji analýzu je důležitý fakt, že průměrná doba využitelnosti vozu roste, tím pádem klesají možnosti prodeje vozů nových, ale zároveň roste počet návštěv vozů v servisu. Konečná bilance tohoto trade-in není dosud známá. V dalších částech práce bude uvažován relevantní vozový park pouze jako množina vozů mladších 15 let. Navštěvnost autorizovaného servisu staršími vozy se nepředpokládá.

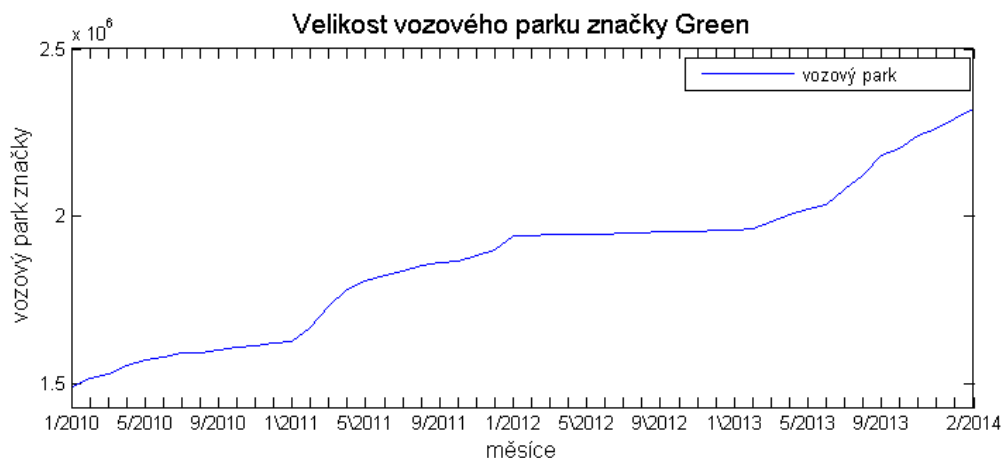


Obrázek 2.8: Počet návštěv autoservisu za rok [18]

Data o průměrném počtu návštěv všech vozů v autorizovaných servisech dané země nebylo možné zjistit, proto zde uvádím počet návštěv v servisu pro značku Green, která mě zajímá nejvíce. Na základě grafu číslo 2.8 lze říci, že v průměru každý vůz značky Green

mladší 15 let navštíví autorizovaný servis 1,5 x ročně. Ne všichni vlastníci vozů využívají služeb autorizovaných servisů.

Průměrná roční periodičita počtu návštěv se drží lehce pod hodnotou 1,5 přičemž do budoucna se předpokládá pozvolný nárůst, neboť postupně dojde vlivem zvyšování mezd a nárůstu životní úrovně k relativnímu zlevnění služeb autorizovaných servisů a i zákazníci, kteří dosud servis nenavštěvovali, začnou, popřípadě dopřejí svému vozu pravidelnou prohlídku častěji.



Obrázek 2.9: Velikost vozového parku [20]

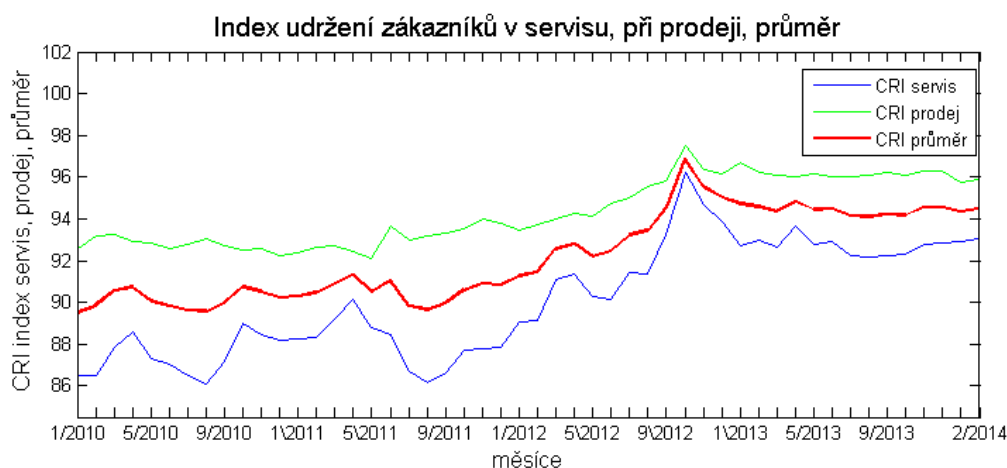
Na grafu 2.9 je znázorněn vývoj relevantního (mladšího 15 let) vozového parku značky Green. Lze pozorovat pozvolný nárůst absolutního objemu vozů značky, což koresponduje s již představeným vývojem počtu vozů na 1000 obyvatel. Vozový park se za sledované období zvýšil z 1 500 000 vozů na 2 300 000. Automobilka tak položila dobrý základ do budoucna, kdy se tato vozidla budou vracet na servisní prohlídky a generovat tak společnosti profit.

2.1.1.3 Pozice automobilky na trhu

Potenciál automobilky generovat profit v budoucnu (vyjádřeno tržním podílem) ovlivňuje stávající podíl značky na trhu a také síla konkurence. Ke zlepšení pozice napomáhá kladné vnímání značky, pozitivní ohlasy spojené se značkou a vnímání kvality poskytovaných služeb.

Pro účely zachycení pozice automobilky na trhu jsem vybrala několik ukazatelů: zákaznickou spokojenost měřenou CRI indexem (Customer retention index- index udržení zákazníků) a tržní podíl značky Green a jejích hlavních konkurentů.

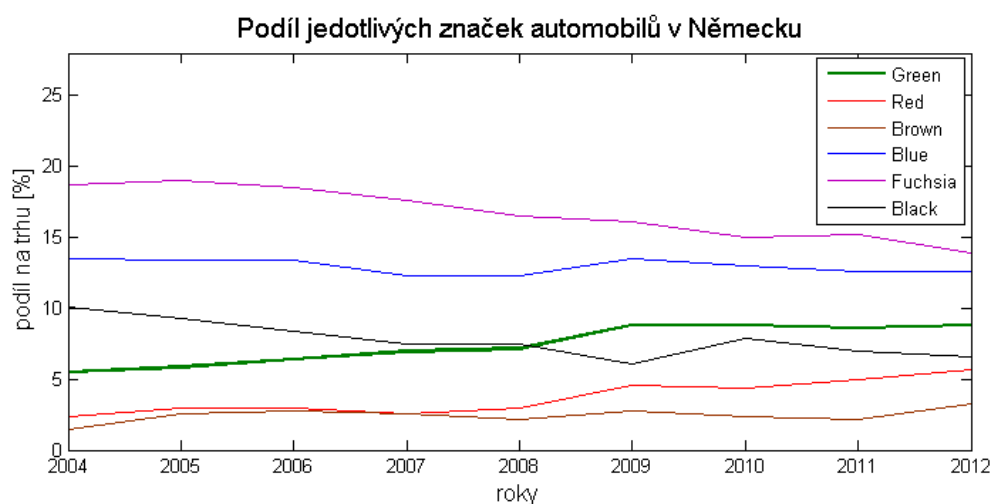
Index udržení zákazníků je index v rozmezí 0-100, který zachycuje míru udržení zákazníků. CRI index je počítán z výsledků šetření zákaznické spokojenosti, konkrétně z otázek zaměřených na úmysl opět zvolit pro další nákup vozu/servisu téhož dealera/servisního centra. CRI index je monitorován pro obě oddělení: prodej i servis (viz graf 2.10). Jejich vzájemný vztah je velmi důležitý, neboť obě oddělení generují profit, a to lze jen za předpokladu spokojených zákazníků. Spokojenost zákazníků musí dosahovat vysokých hodnot nejen v jednom z uve-



Obrázek 2.10: Vývoj indexu udržení zákazníků v oddělení prodeje i servisu [19][18]

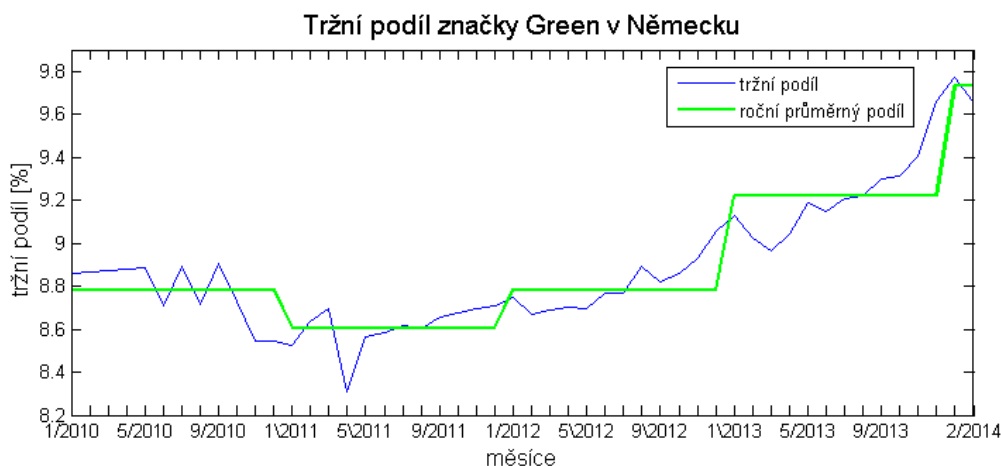
dených oddělení, ale nutně v obou, aby společnost v jednom z oddělení neztrácela nabyté zákazníky [9].

Ve sledovaném období (od září začátku roku 2010) dosahuje index udržení zákazníků vyšších hodnot v oblasti prodeje. To v důsledku znamená, že část zákazníků spokojených při koupi vozů je nespokojena s kvalitou poskytovaných servisních služeb, neboli jejich spokojenost se značkou vozu v průběhu času klesá. Pokles z vyšší hodnoty CRI při prodeji na nižší CRI servisu v konečném důsledku může znamenat, že jinak spokojený a loajální zákazník kvůli nespokojenosti v servisu zvolí při koupi dalšího vozu vůz jiné značky. Tento jev je značně nežádoucí a zcela zřejmě negativně ovlivňuje schopnost automobilky generovat profit v dalších letech. Celkově se však CRI index (kombinace Prodej-Servis) od roku 2013 drží nad hranicí 94, (ze 100 možných), což je velmi dobrý výsledek.



Obrázek 2.11: Vývoj podílu značky a jejích konkurentů na trhu [20]

Tržní podíl značky Green zaznamenal mezi roky 2004 a 2009 nárůst o 3.5 procentní bodu, tedy o více než polovinu své původní hodnoty. Takovýto růst dle grafu 2.11 nezaznamenala na daném trhu žádná jiná konkurenční automobilka. Naopak, trend byl pro ně opačný a jejich podíl na trhu téměř výhradně klesal. Od roku 2009 se sice meziroční růst podílu zpomalil, nicméně je stále rostoucí a dle nejnovějších dostupných údajů se tržní podíl automobilky Green pohybuje nad hranicí 9.6%.



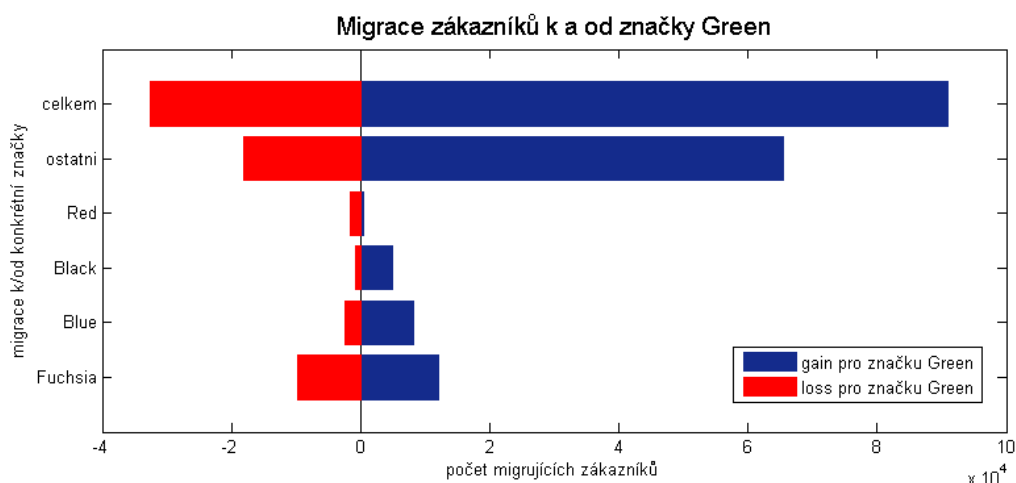
Obrázek 2.12: Vývoj podílu značky na trhu [20]

Markantní nárůst tržního podílu byl zaznamenán hlavně v posledním roce, kdy automobilka Green nastartovala svou modelovou ofenzívu představením několika nových, či radikálně přepracovaných modelů. Detailní vývoj tržního podílu značky Green v Německu v jednotlivých měsících od začátku roku 2010 je znázorněn grafem 2.12 spolu s průměrnými ročními hodnotami. Vzrůstající tendence je zde patrná od počátku roku 2012.

Ze znázorněných změn tržních podílů uvedených automobilek (graf 2.11) i z rostoucího tržního podílu automobilky Green vyplývá, že Green byla schopná nejen udržet si své zákazníky, ale i odlákat zákazníky ostatních značek na svou stranu, a to konkrétně ve výši znázorněné na grafu 2.13.

Značka Green má pozitivní migrační bilanci zákazníků se všemi hlavními konkurenty, kromě značky Red, která jako jediná ubrala značce Green jinak loajální zákazníky. Celková bilance vychází velmi pozitivně a i na jejím základě lze předpokládat rostoucí tržní podíl značky v Německu v dalších letech.

Ze strategických plánů automobilky na příští roky, předpokládaného nárůstu počtu vozů na 1000 obyvatel v Německu a také z předpokládaného i současného vývoje tržního podílu vyplývá růstová křivka budoucího tržního podílu. Ze současného vozového parku o velikosti necelých 2.3 milionu vozů značky Green se lze vyšplhat až na hodnotu o milion vyšší v roce 2018, což zcela koresponduje se strategickými plány automobilky.



Obrázek 2.13: Migrace zákazníků značky Green a jejich konkurentů [20]

2.1.2 Data zachycující vývoj prodejů vozů

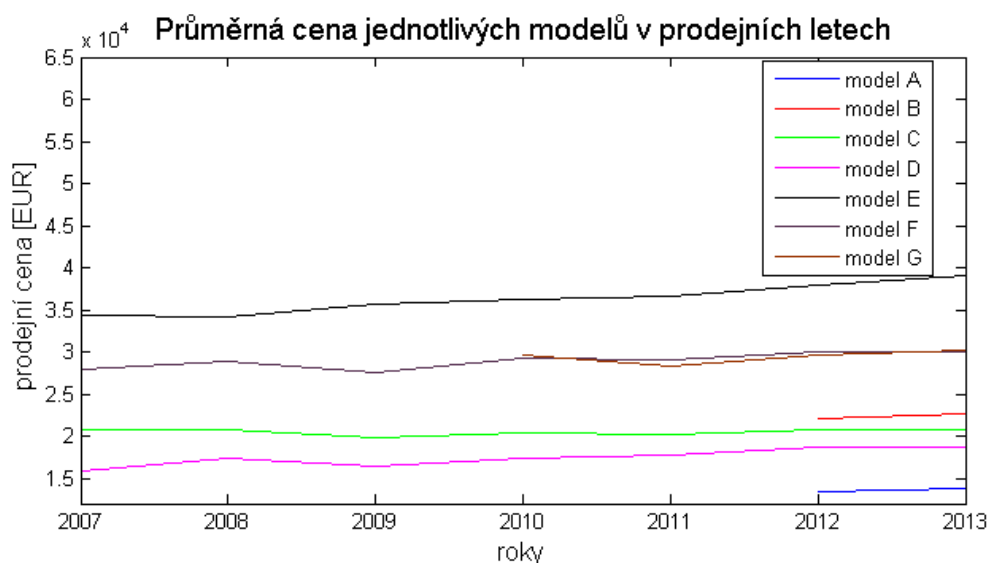
Obě části analýzy zabývající se činnostmi oddělení prodeje a servisu budou rozděleny do třech částí: část s Business daty (finančně vyčíslitelná data), část se daty zachycujícími zákaznickou spokojenost a část zabývající se kvalitou. Všechny hodnoty použité v této části práce k zobrazení časových řad vycházejí z interních zdrojů automobilky Green a pro účely práce byly přenásobeny koeficientem.

2.1.2.1 Business data - prodej

Výrobní portfolio automobilky zahrnuje v současnosti 7 modelů, které jsou nabízeny v různých modifikacích. Z podrobných dat o prodejkách na Německém trhu vyplývá, že průměrné ceny jednotlivých modelů se od sebe značně liší. Nejlevnější model (model A) lze zakoupit již za cenu kolem 12 000 EUR, nejdražší pak za cenu 39 000 EUR.

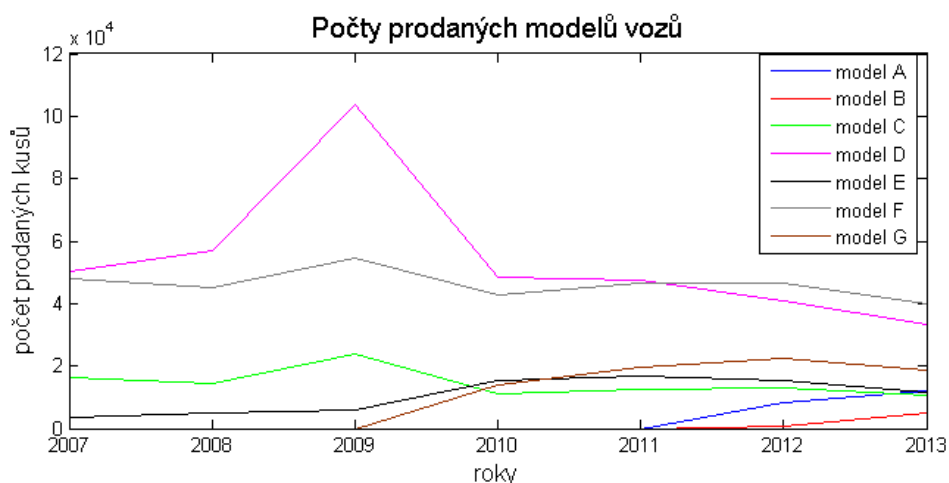
Ceny jednotlivých modelů se od spuštění jejich prodeje zásadě nemění. Ačkoliv se může zdát, že průměrné ceny rostou, lze tento růst přisuzovat výběru lepších (dražších motorů) a výbav a také cenovým akcím při představení nových modelů.

Prodejní ceny samozřejmě ovlivňují také počty prodaných kusů daných modelů. Dlouhodobě neúspěšnější z hlediska objemu prodeje je model označovaný jako D, fuchsiová barva na grafech. Tento model má téměř nejnižší cenu (levnější je pouze v roce 2012 spuštěný model A-modrá) a v návaznosti na ni také absolutně nejvyšší prodeje.



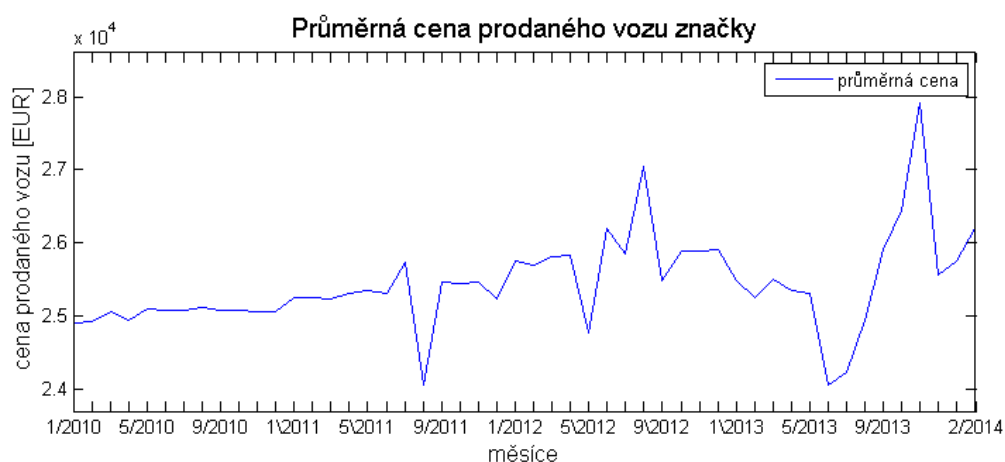
Obrázek 2.14: Průměrné prodejní ceny modelů značky Green [19]

Dle očekávání nejdražší model E (černá) má nejnižší objem prodeje. Ostatní modely víceméně následují tuto logiku. Je nutné ale brát v potaz výnos na prodaný vůz a ne jen absolutní čísla prodeje (viz dále).



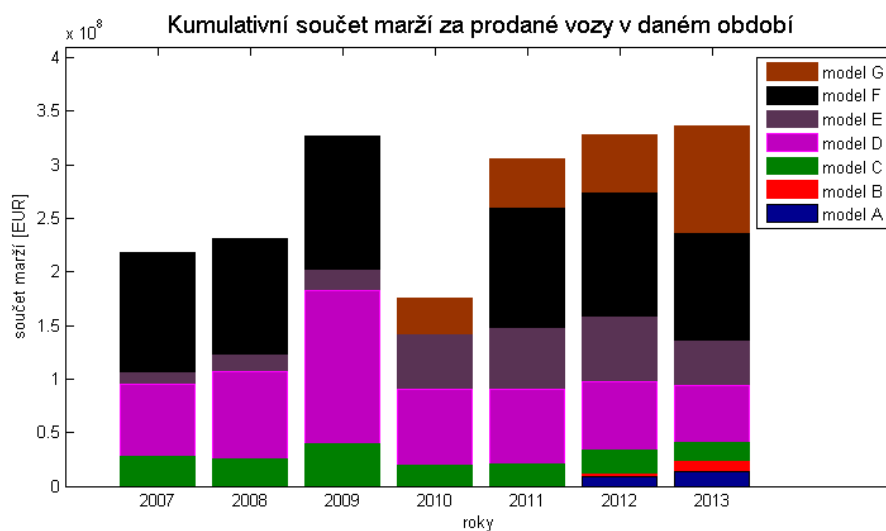
Obrázek 2.15: Počty prodaných modelů v jednotlivých letech [19]

Kombinací obou předchozích grafů (graf 2.14 a 2.15) lze získat průměrnou cenu prodaného vozu značky Green (graf 2.16). Při výpočtu byla zohledněna cena jednotlivých modelů v daných měsících a počet prodaných kusů. Během sledovaného období došlo ke značným výkyvům zapříčiněným akcemi na jednotlivá vozidla i výkyvy v poptávce po jednotlivých modelech v určitých měsících. Průměrná cena jednoho prodaného vozu se nachází u hranice 26 000 EUR a nejlépe tak odpovídá průměrné ceně modelu G.



Obrázek 2.16: Průměrná cena prodaného vozu [19]

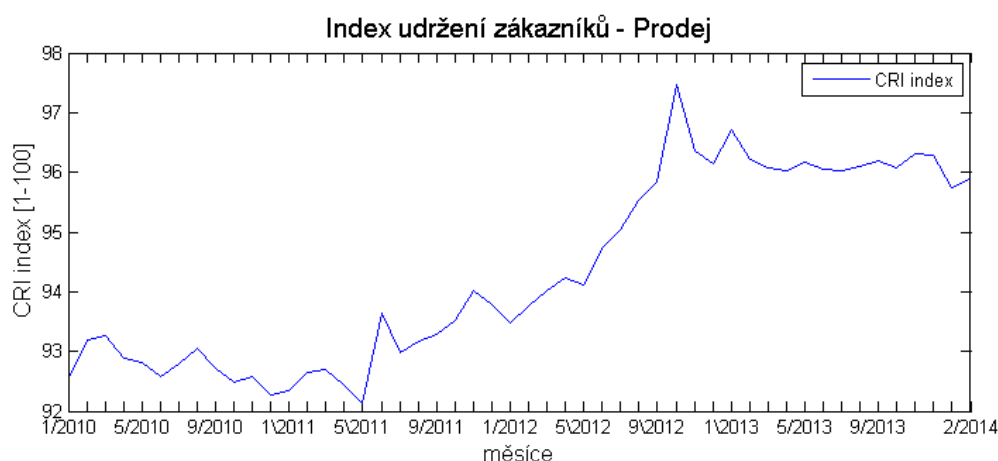
V současnosti automobilka Green nabízí 7 základních modelů vozů, všechny s průměrnou prodejní marží 10 % s jedinou výjimkou s marží 11% (model E). Na grafu 2.17 lze pozorovat, že každý z modelů přináší jinou částku v podobě kumulované prodejní marže. Absolutně nejvyšší příjem přináší prodej vozů model F a také model D, přestože tyto dva modely nejsou zdaleka nejdražší. Ačkoliv se hodnota marže může zdát vysoká, 10 % prodejní ceny vozu je po odečtení veškerých fixních i variabilních nákladů na prodej jednoho vozu jen částka kolem 700 EUR.



Obrázek 2.17: Kumulovaná marže za všechny vozy prodané v daném roce (podle modelů) [19]

2.1.2.2 Data zachycující zákaznickou spokojenost - prodej

Prvním z ukazatelů zákaznické spokojenosti je tzv. Customer retention index (index udržení zákazníků), který se pohybuje v rozpětí 0-100 % (udržení 100 % zákazníků, kteří si jednou zakoupili vůz značky Green). Hodnota indexu je vypočítán na základě hodnocení 4 klíčových otázek ve Výzkumu zákaznické spokojenosti (CSS - customer satisfaction survey). Hodnocené otázky se týkají všeobecné spokojenosti při nákupu, potenciálního doporučení nákupu známým, záměru realizovat další nákup u stejné značky a výhod značky Green nad ostatními značkami očima zákazníka. Vysoký CRI index znamená vysokou pravděpodobnost, že zákazník zůstane loajální ke značce Green.

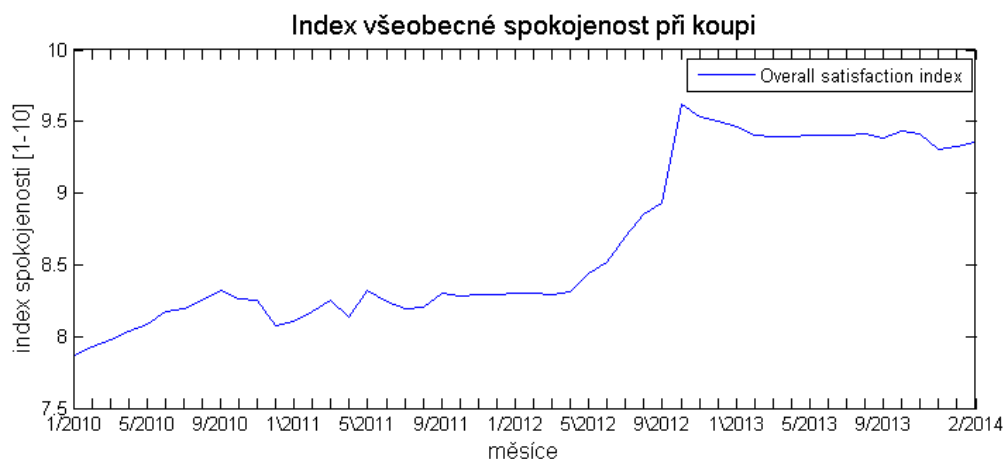


Obrázek 2.18: Index udržení zákazníků při koupi vozu [19]

Z grafu 2.18 lze vyčíst, že hodnota CRI indexu byla za posledních 10 měsíců stabilní a nad hranicí 96 %. To značí, že zákazníci kupující nový nebo ojetý vůz hodnotili svůj nákup velmi pozitivně a pokud by se měli znovu rozhodnout, kde vůz koupit, s nejvyšší pravděpodobností (právě s pravděpodobností ve výši CRI sales indexu) by se opět rozhodli pro totéž dealerství a tutéž značku. Z hodnoty CRI sales indexu lze také vyvozovat okamžitou míru loajality zákazníků, která je strategicky důležitá pro další fungování společnosti v budoucích letech.

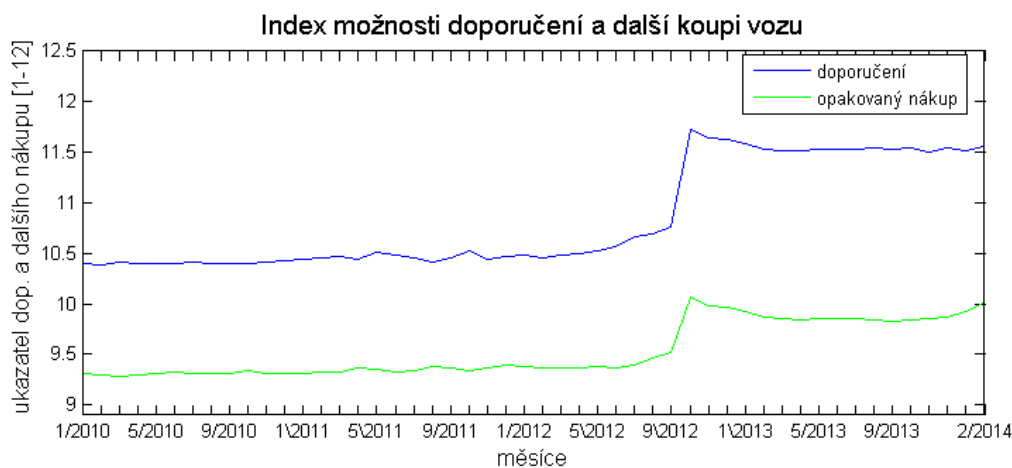
Ukazatel souhrnné spokojenosti s nákupem je opět počítán na základě výsledků dotazníkového šetření u zákazníků značky. Stupnice je dána od 1 do 10, kde 10 vyjadřuje maximální spokojenost s nákupem. Od března 2013 se index drží na hodnotě 9,4, viz graf 2.19. Hodnota však od října 2012 nezaznamenala jediný nárůst. Situace je tedy stagnující a nedochází k dalšímu zvyšování zákaznické spokojenosti.

Z komplexního dotazního šetření jsem vybrala ještě odpovědi na další dvě otázky, a to konkrétně určení možnosti doporučení (Recommendation) a dalšího nákupu (Repurchase). Význam prvního je strategicky důležitý, neboť nejlepší reklamou je právě šíření pozitivního hodnocení služeb dané společnosti. Pokud je tedy zákazník ochotný k šíření doporučení



Obrázek 2.19: Všeobecná spokojenost zákazníků s nákupem vozu [19]

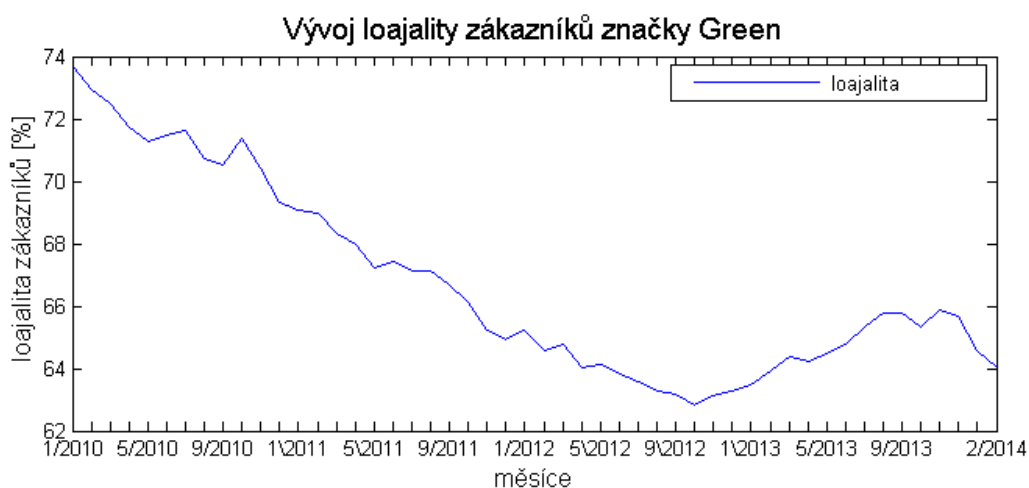
značky mezi své známé, jedná se o nejlepší způsob reklamy. Repurchase označuje ochotu nakoupit další vůz této značky při příštím nákupu. Stupnice pro Recommendation a Revisit v oblasti prodeje je od 0 do 12, přičemž hodnota 12 značí maximální pravděpodobnost doporučení či opakovaného nákupu. Dlouhodobě lze konstatovat, že ochota zákazníků šířit doporučení značky je vyšší než ochota vrátit se a koupit další vůz téže značky.



Obrázek 2.20: Vývoj indexu doporučení a dalšího nákupu vozu v daném dealerství [19]

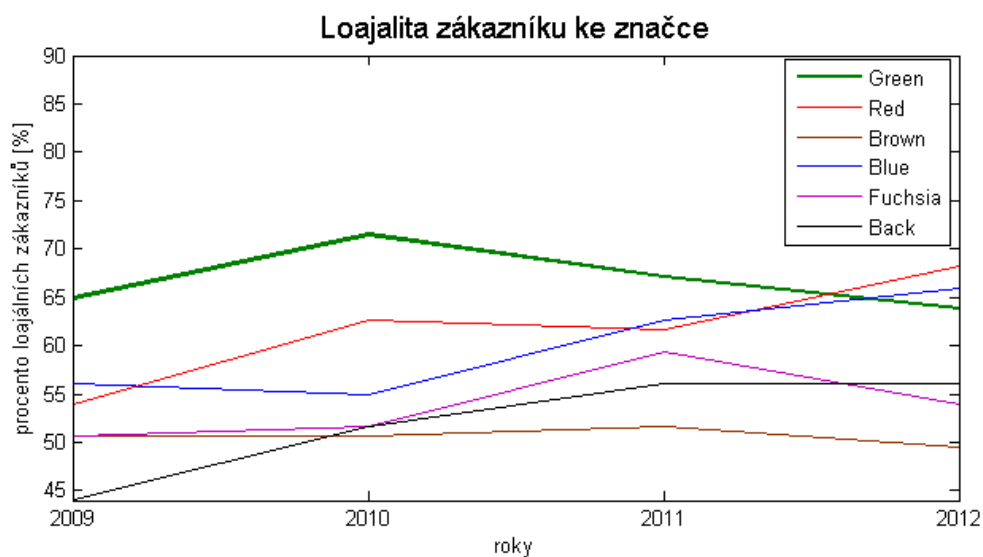
Výše zmíněné ukazatele spolu souvisejí a souvisejí také s měřenou loajalitou zákazníků, kterou se automobilka snaží vybudovat a je jakýmsi produktem souhrnné zákaznické spokojenosti a dalších faktorů, jako je cena vozů a populární ukazatel cena-výkon.

Loajalita značky Green dosáhla svého maxima v roce 2010, kdy bylo procento navrátilivších se zákazníků, kteří si již při předchozím nákupu vybrali vůz též značky a zůstali tedy věrní značce při nákupu vozu následujícího (značka předchozího vozu je tedy stejná jako značka současného vozu), rovno hodnotě 73.8 %. Této výše se do současnosti znovu dosáhnout ne-



Obrázek 2.21: Vývoj zákaznické loajality ke značce Green [20]

podářilo a index loajality soustavně klesá. Nepatrné zlepšení je zaznamenáno v roce 2013 (vzestup na pěkných 66 % loajálních zákazníků), viz graf 2.21.



Obrázek 2.22: Vývoj zákaznické loajality hlavních konkurentů [20]

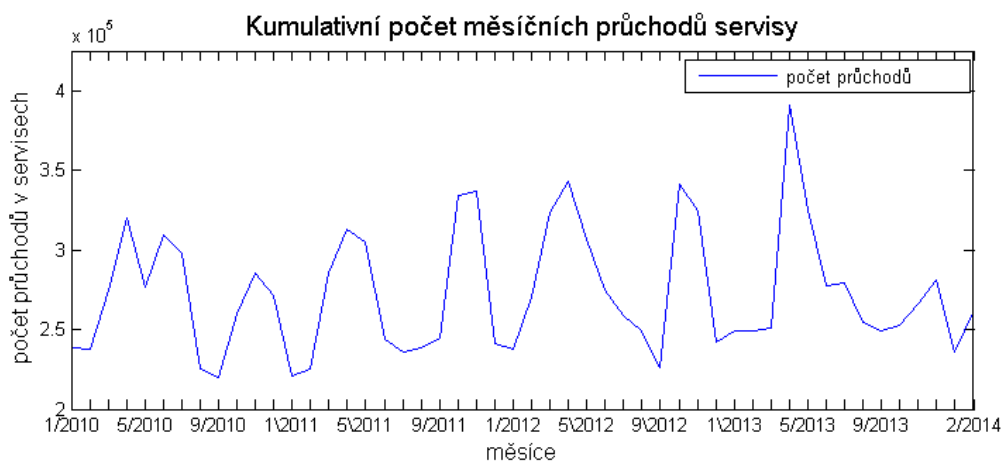
Nutno také zmínit, že v indexu loajality značka Green předčila své konkurenty pravidelně až do roku 2012, kdy se hodnoty loajality ke značce Green, Red a Blue vyrovnaly. Ostatní konkurenční značky však stále zůstávají hluboko pod nimi a lze konstatovat, že i v tomto ohledu si automobilka vede na Německém trhu velmi dobře.

2.1.3 Data zachycující situaci v oblasti Servisu

Jako hlavní ukazatel výkonnosti automobilky je obvykle uvažován objem prodaných vozů ve světě popř. na daném trhu. Na druhé straně nelze dnes prodávat pouze vůz. Prodávat je nutné celý soubor dodatečných služeb a výhod, které jsou s vozem spojeny. Jen tak může automobilka na vyspělých evropských trzích přežít. Všechny hodnoty použité v této části práce k zobrazení časových řad vycházejí z interních zdrojů automobilky Green a pro účely práce byly přenásobeny koeficientem.

2.1.3.1 Business data - servis

Business data i u servisu budou představovat veličiny, které zcela přímo ovlivňují finanční příjem společnosti. V oblasti poprodejních služeb, tedy v servisu automobilů, je hlavním ukazatelem aktivity počet průchodů servisem, v praxi to znamená počet vozů přijíždějících do servisu. Dalšími představenými ukazateli budou prodané hodiny na průchod servisem, hodinové sazby servisu a prodané náhradní díly na průchod.

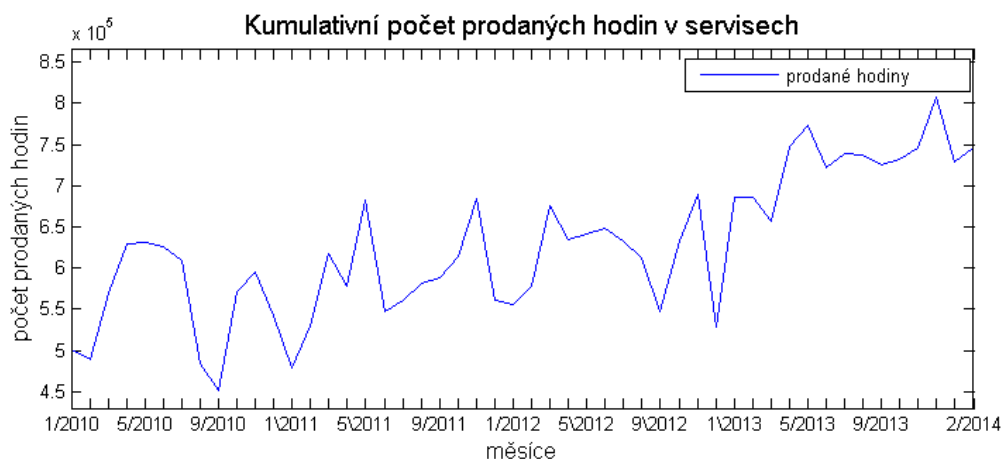


Obrázek 2.23: Počet průchodů servisy (kumulativně) [18]

Zcela v souladu s průběžným růstem počtu vozů značky Green v zemi roste také počet průchodů servisem. Nicméně objem prodeje se vyznačuje meziročním růstem cca 4,5 % přičemž u servisu je to jen okolo 3,4 %. Počet průchodů servisem je značně ovlivněn sezónními výkyvy a je také značně závislý na marketingových akcích, popř. slevách servisu na daný typ služeb v daném období.

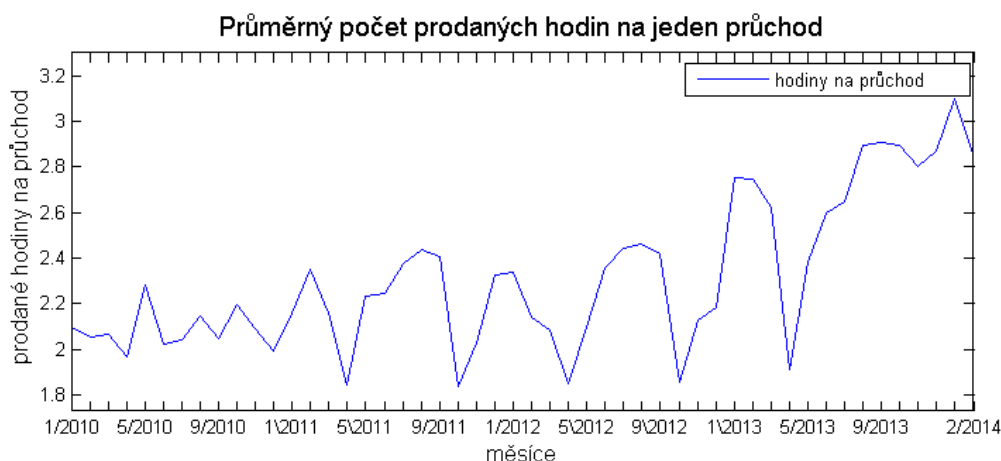
Počet prodaných hodin (kumulativně za dealerskou síť značky) s odchylkami koresponduje s počtem průchodů v jednotlivých měsících. Celkově je zde patrný nárůst a také sezónní výkyvy. Počet prodaných hodin na práci v servisu se pohybuje od 55 000 do 75 000 měsíčně, přičemž je patrná rostoucí tendence, viz 2.24.

Více konkrétním ukazatelem mohou být prodané hodiny na jeden průchod servisem. S efektivitou práce a dostupností moderních diagnostických přístrojů v servisu klesá průměrná



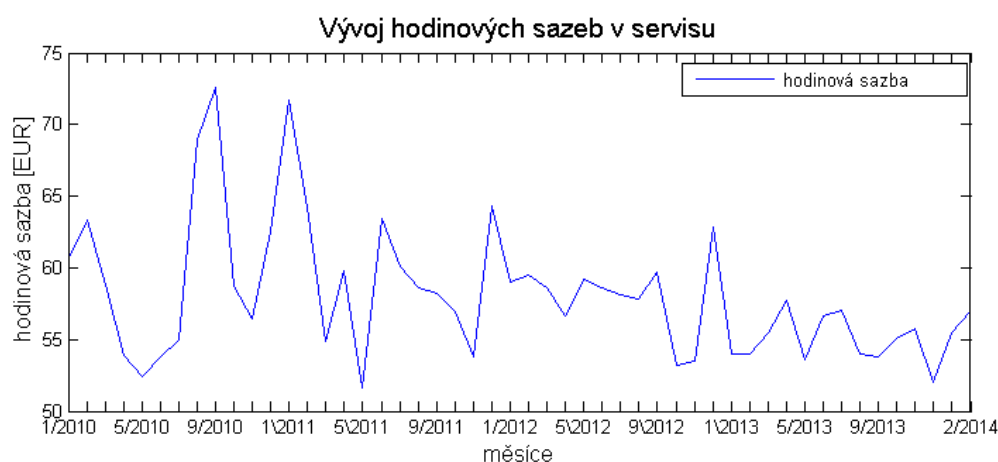
Obrázek 2.24: Celkové pracovní hodiny prodané servisy [18]

doba potřebná k diagnostice či opravě závady na voze. Zároveň vysoká konkurence neautorizovaných servisů, které si účtují podstatně méně, nutí autorizované servisy pracovat rychle a bez zbytečného prodražování.



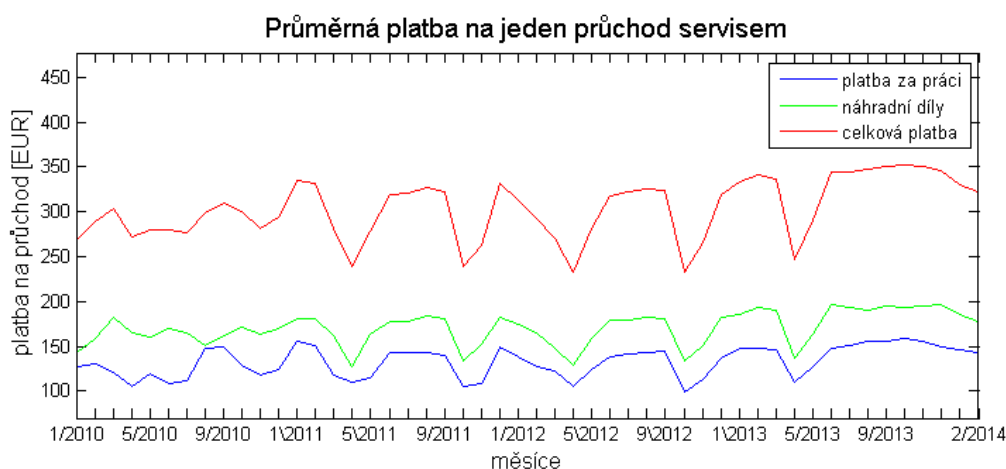
Obrázek 2.25: Průměrné hodiny prodané na jeden průchod [18]

Hodinová sazba za práci v servisu bude v blízké době také stlačována konkurencí hlavně levnějších neznačkových servisů a předpokládá se její propad až k hodnotě kolem 50 EUR/hodina. Tento pokles by však měl být kompenzován vyššími objemy (viz graf 2.23). Hodinová sazba za práci v servisu je v tomto případě nákladem pro společnost, kterou musí společnost platit svému pracovníkovi, skutečná (fakturovaná cena) pro zákazníka je cca dvojnásobná. Je proto pro společnost výhodné prodávat co nejvíce hodin na průchod obzvlášť pokud mzdová sazba mechaniků klesá.



Obrázek 2.26: Vývoj hodinových sazeb v servisu [18]

I tak je ale kromě značných výkyvů vidět, že celkový trend počtu prodaných hodin na průchod je rostoucí, což je výhodné pro servis (vyšší platby), ale zároveň to může negativně ovlivňovat vnímání zákazníků a jejich spokojenost. V současnosti je na opravu prodáno kolem 3 hodin, viz graf 2.25 .

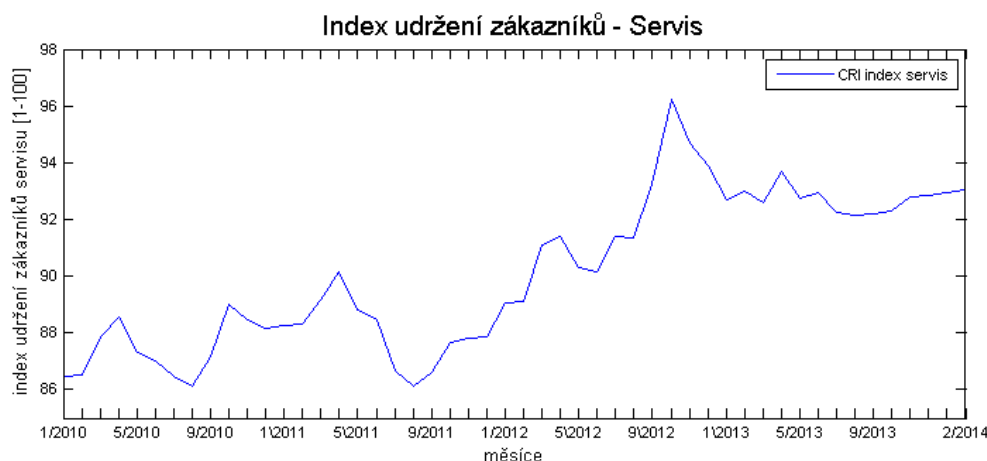


Obrázek 2.27: Průměrná platba v servisu na jeden průchod [18]

Z uvedených grafů a souvislostí lze vypočítat vývoj průměrné platby servisu, ta má dvě části: platbu za práci a platbu za použité náhradní díly. Součet těchto dvou složek je vidět na grafu 2.27. Vývoj průměrné platby není zjevně nijak dramatický, od počátku roku 2014 je předpokládán pozvolný návrat k hodnotě kolem 280 EUR, kde se průměrná platba pohybovala před rokem 2012. Pokud vezmeme v úvahu růst reálných mezd, budou ceny v servisu absolutně klesat.

2.1.3.2 Data zachycující zákaznickou spokojenost - prodej

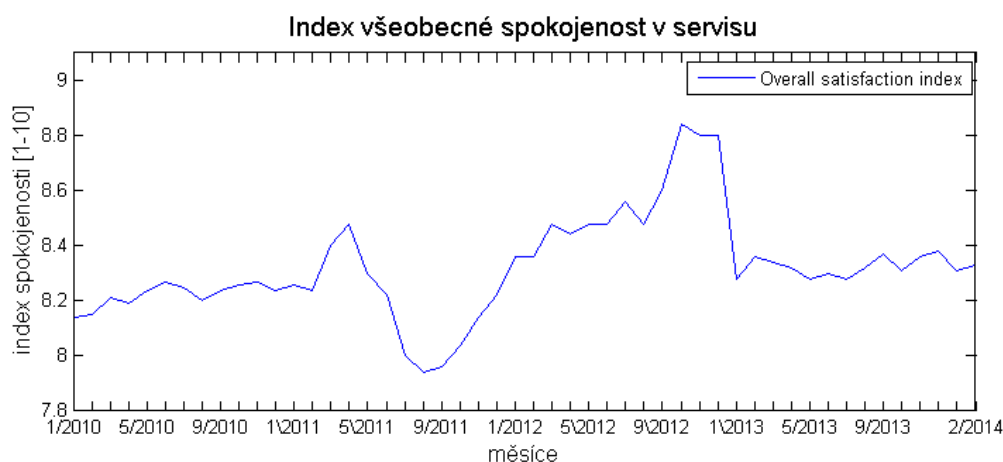
Pro sledování vývoje spokojenosti zákazníků se servisem jsem vybrala dva základní ukazatele: Customer retention index a všeobecnou spokojenost se servisními službami. Oba tyto ukazatele jsou dílčími částmi tak zvaného Customer Satisfaction Survey (CSS- průzkum zákaznické spokojenosti), který je proveden při každém využití servisních služeb zákazníkem. Jeho měření probíhá dotazníkovým šetřením, které je standardizované a probíhá za srovnatelných podmínek téměř ve všech zemích, kam jsou vozy automobilky importovány.



Obrázek 2.28: CRI index v servisu [18]

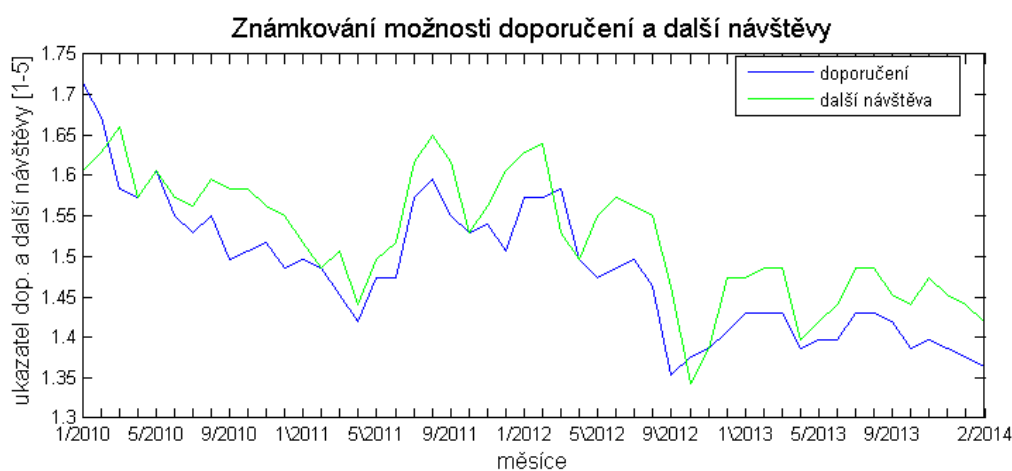
Z vývoje CRI indexu servisu na obrázku 2.28 je patrné, že může dojít relativně rychle ke značným výkyvům ve spokojenosti zákazníků. Index udržení zákazníků se nacházel delší dobu v nízkých číslech právě v obdobích, kdy byla vykázána vysoká úroveň opakovaných oprav. Naopak na konci roku 2012 byl index nejvyšší, od tohoto okamžiku opět klesá, a to až do současnosti. Na vině může být právě zhoršující se kvalita služeb servisu, zvýšení počtu oprav klasifikovaných zákazníkem jako opakovaných a neodhalených závad při prohlídce vozů. Všeobecně se předpokládá, že udržitelnost zákazníků je poměrně těžké vybudovat, ale velmi snadné vzápětí ztratit. Značka Green si udržuje CRI index servisu na hodnotě 93 % od roku 2013.

Nejobecnějším ukazatelem pro měření spokojenosti zákazníků servisu je Overall Satisfaction index servisu- Všeobecná spokojenost při návštěvě servisu. Tento index nabývá maximální hodnoty 10 (maximální spokojenost) a minimální hodnoty 0 (naprostá nespokojenost). Z obrázku 2.29 lze pozorovat souhlasný vývoj obou ukazatelů CRI a všeobecné zákaznické spokojenosti. Od začátku roku 2013 je i zde patrný klesající trend, a to až do současnosti, kdy index dosahuje hodnoty 8,3.



Obrázek 2.29: Index všeobecné spokojenosti se servisem [18]

Podobně jako u prodeju je i pro servis důležité šíření dobrého jména servisu, a to jak konkrétního dealerství, tak značky jako celku. Znamkování je podobné jako ve škole, tzn. 1-nejlepší výsledek-vysoká možnost doporučení, naopak 5 - rozhodně nedoporučuji. Revisit označuje skutečnost, že zákazník opět přijde do téhož servisu, když bude třeba vykonat další opravu či údržbu vozu.



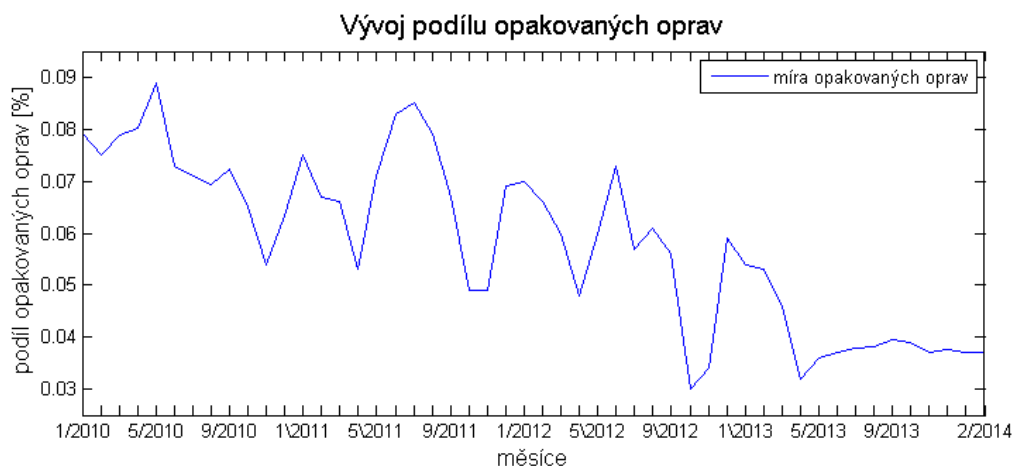
Obrázek 2.30: Počet provedených dílenských testů [18]

Na základě grafu 2.30 lze konstatovat, že se automobilka v obou oblastech zlepšuje, konkrétně dosahuje hodnoty 1,37 pro doporučení a 1,41 pro možnost další návštěvy téhož servisu, podrobněji graf 2.30.

2.1.3.3 Kvalitativní ukazatele

Nejrozšířenějším kvalitativním ukazatelem práce servisu je procento opakovaných oprav (Repeat Repair Rate). Opakovaná oprava je taková, která již jednou měla být servisem

odstraněna, ale z nějakého důvodu k tomu nedošlo, popř. se závada objevila znovu. Z definice vyplývá, že výskyt opravy klasifikované jako opakovaná je jevem, který velmi negativně ovlivňuje smýšlení zákazníků o kvalitě poskytovaných služeb.



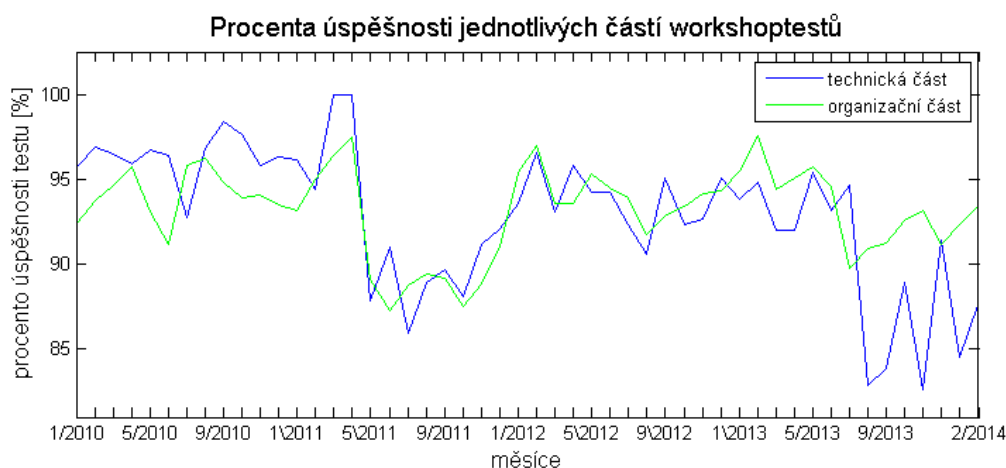
Obrázek 2.31: Vývoj míry opakovaných oprav [18]

Vývoj opakovaných oprav byl ve sledovaném období velmi nestálý, nelze proto učinit žádné smysluplné odhady dalšího vývoje. Za období s nejvyšším výskytem opakovaných oprav lze prohlásit polovinu roku 2010 až září roku 2012.

2.1.3.4 Dílenské testy

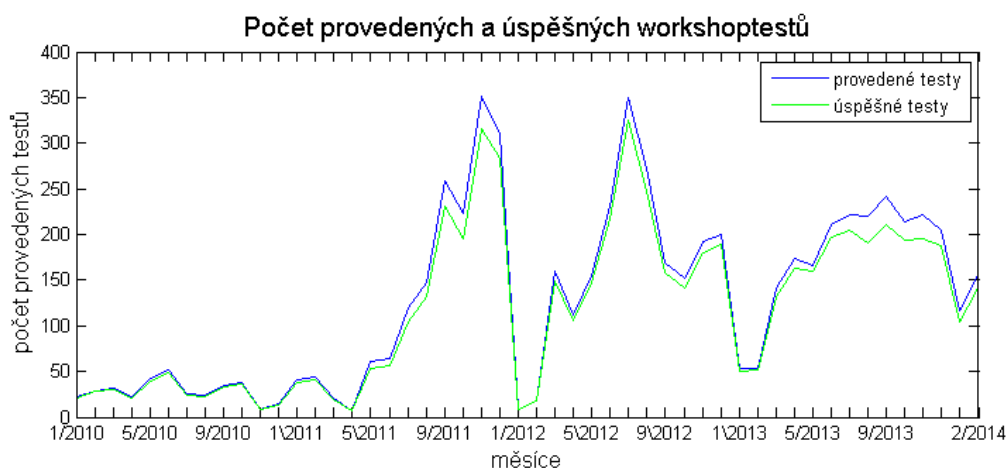
Dílenský test neboli test servisu se zpravidla provádí formou fantom testu, neboli testu v utajení. Na vůz jsou nainstalovány různé závažné závady (závažná závada- typ A, méně závažná neohrožující závada- typ B), vůz je pak převezen majitelem do servisu na běžnou prohlídku vozu. Veškerý kontakt a přístup servisu k zákazníkovi je pečlivě monitorován a zákazník pečlivě zapisuje veškeré své vjemy a postřehy (např. délka čekací doby na opravu vozu, dodržování termínů ze strany servisu, výše odhadu platby, skutečná platba, atp.). Po opravě vozu v servisu je následně vůz převezen na vyhodnocovací středisko, kde je prověřeno, zda byly všechny závady servisem odstraněny a do jaké míry.

Při této prohlídce vozu je zjištěno kolik a jak z instalovaných závad bylo odhaleno. Toto testování má velmi přísná kritéria (K.O. při jedné chybě typu A, dvou chybách typu B) a je prováděno na 100 % dealerské síti. Eskalační struktura dílenského testu ukládá povinnost dealerovi, který neprošel dílenským testem zaplatit další testování, které opět proběhne formou fantom testu. Při dalším neúspěchu je pokuta za nesplnění podmínek a platba za poslední pokus na test. Pokud dealer ani poté testováním neprojde v požadované kvalitě, je vyškrtnut ze seznamu autorizovaných dealerů značky.



Obrázek 2.32: Úspěšnost při dílenských testech [18]

Hodnocení servisu má zpravidla dvě části, a to část organizační a část technickou. V organizační části je hodnocen převážně přístup personálu k zákazníkovi, profesionalita přístupu, pravdivost poskytnutých informací (výše platby), dodržování slíbených časů a informovanost zákazníka (zákazník je vždy upozorněn, pokud by měl být dokoupen náhradní díl). V technické části je hodnocen samotný výkon oprav a diagnostiky, popřípadě hodnocení vhodnosti použití konkrétních dílů či tekutin (např. výměna nemrznoucí kapaliny do -30 v zimních měsících). Úspěšnost v jednotlivých částech dílenských testů lze vidět na grafu 2.32.

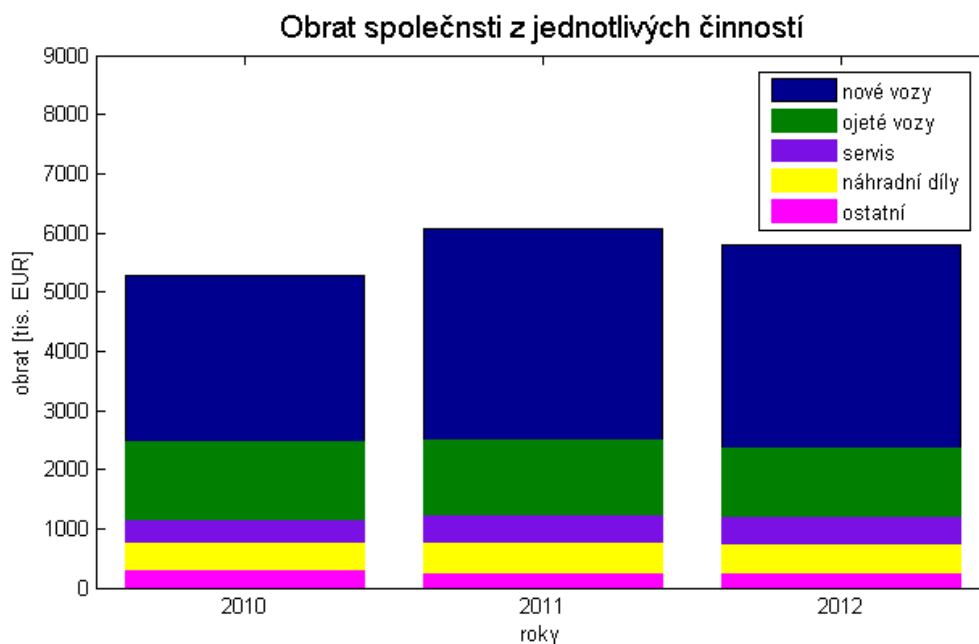


Obrázek 2.33: Počet provedených dílenských testů [18]

Z grafu 2.33 je patrné, že většina dealerů je nakonec schopna fantom testováním projít. Počet možných opakování testu při neúspěchu je natolik štědrý, že většina dealerů je nakonec schopna jimi projít. Je to také jeden z faktorů, který bezesporu podporuje vnímanou klesající kvalitu poskytovaných služeb.

2.1.4 Generování profitu

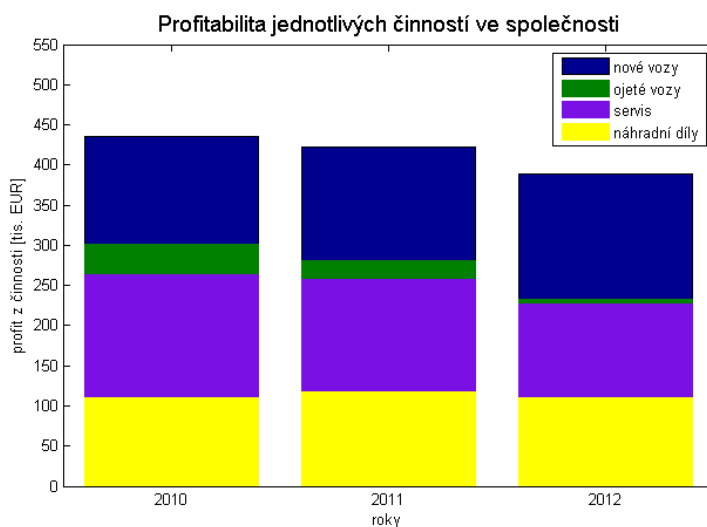
Všechny údaje a grafy uvedené v předchozích částech analýzy vstupních údajů ovlivňují přímo či nepřímo schopnost společnosti generovat profit. V ideální situaci je to hospodářsky vzkvétající trh s nízkou nezaměstnaností a růstem reálných mezd, slabá konkurence na trhu, spokojenost zákazníků jak při prodeji vozů, tak při servisu a jejich ochota platit vysoké sazby popř. kupní ceny. Všechny hodnoty použité v této části práce vycházejí z interních zdrojů automobilky Green a pro účely práce byly přenásobeny koeficientem.



Obrázek 2.34: Příspěvky jednotlivých oblastí k celkovému obratu společnosti [20]

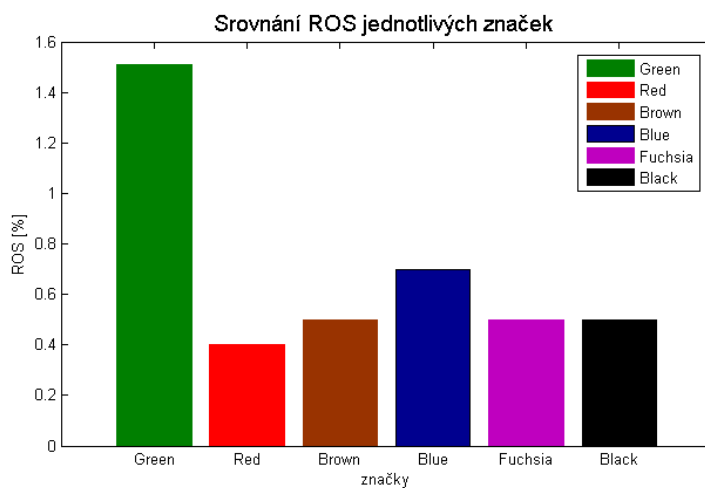
Jasně největší položkou na obratu společnosti je prodej nových vozů znázorněný modrou plochou na grafu č. 2.34. Druhou největší položkou je prodej ojetých vozů. Na druhé straně obrat tvořený činností servisu a s ním spojený prodej náhradních dílů tvoří jen cca 1/6 celkového obratu. Obrat ale nezohledňuje náklady spojené s prodejem popř. poskytnutím služby v servisu.

Navzdory faktu, že největší část obratu je jasně generována oddělením prodeje (nové a ojeté vozy), po zohlednění výnosů a nákladů z jednotlivých činností lze konstatovat, že největší část profitu společnosti je generována v servisu. Servis a spolu s ním spojený prodej náhradních dílů tvoří 60 % (resp. 61 %, 58 %) z celkového profitu automobilky. Tento fakt může být značně překvapivý vzhledem k tomu, že za stěžejní činnost automobilek je obvykle považována výroba aut a jejich prodej, ne primárně jejich oprava.



Obrázek 2.35: Profit generující jednotlivé činnosti (oddělení) ve společnosti [20]

Předchozí sdělení potvrzuje i srovnání ROS (return on sales). Tento ukazatel říká o kolik více se vrátí z každého vynaloženého eura, které do dané činnosti vložíme. Značka Green dosahuje vyšší než je průměrná hodnota ROS mezi konkurety, ale ani tak není schopná dosáhnout profitabilitu prodeje ve srovnatelné výši jako je rentabilita servisu.



Obrázek 2.36: Srovnání ROS jednotlivých značek [19]

Z grafu 2.36 lze usoudit, že i nízká profitabilita prodeje nových i ojetých aut značky Green je ještě dobrým stavem. Některé automobilky prodávají téměř s nulovým ziskem nebo dokonce prodaná auta dotují, jen aby si udržely tržní podíl a zvýšili svoji budoucí možnost profitovat ze servisních služeb.

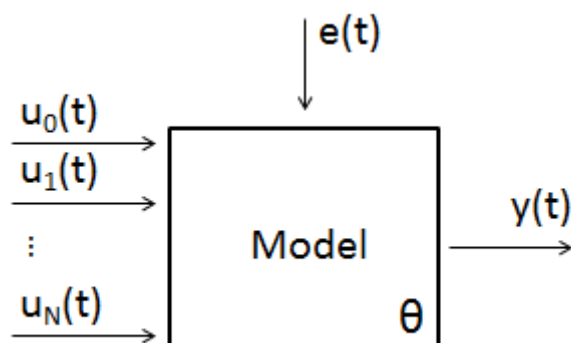
2.2 Modelování systému

Tato část práce je teoretickým základem pro identifikaci systému, který je potřebný pro vytvoření modelu vlivu zákaznické spokojenosti a dalších veličin na schopnost společnosti tvořit v budoucnosti profit. V této podkapitole se budu zabývat procesem identifikace systému a jeho dílčími kroky a obecnými strukturami modelů.

”Model je idealizací a zjednodušením skutečného systému, je formou zobrazení vnímané skutečnosti, která se může lišit v závislosti na modelované skutečnosti, modelovacích prostředcích či účelu, kterému slouží. Model musí vhodně zachycovat jevy a procesy reálného světa. Nástrojem pro zachycení platných souvislostí a probíhajících procesů může být například soustava rovnic.”[3]

2.2.1 Tvorba matematického modelu

Základní vlastností funkčního modelu je, že propojuje pozorování (vstupy $u(t)$ a rušení $e(t)$) s výstupy ($y(t)$) pomocí parametru (θ) [2]. Znázornění obecného modelu s více vstupy, který bude použit pro modelování vlivu zákaznické spokojenosti je na obrázku 2.37.



Obrázek 2.37: Obecný model s více vstupy [2]

Matematický model lze vytvořit dvěma základními způsoby nebo jejich kombinací:

Způsob č. 1 je založen na *rozdělení systému na skupinu podsystémů*. Tyto podsystémy jsou na základě zkušeností a předchozích znalostí propojeny tak, aby výsledkem propojení byl opět původní systém. Tento způsob (modelování) nevyžaduje nutně pokusy prováděné na reálném systému. Typickým nástrojem modelování systému jsou blokové diagramy složené ze základních elementů.[2]

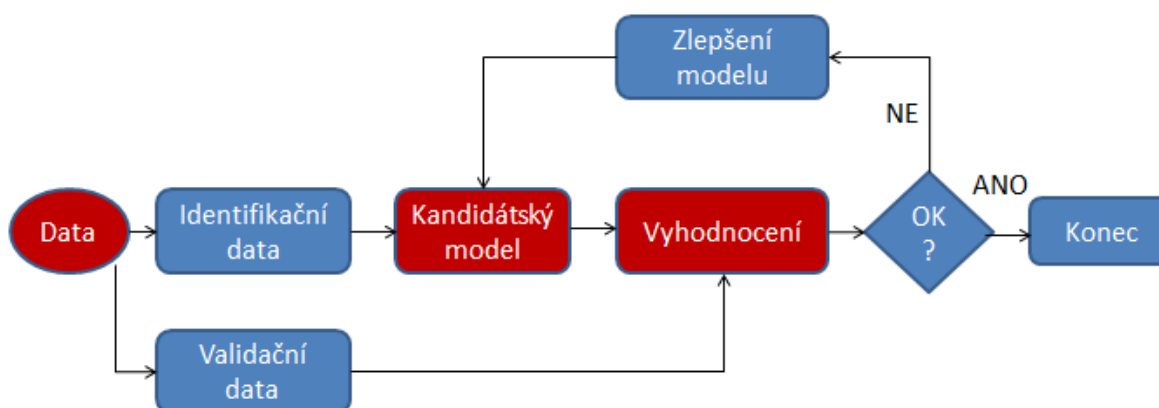
Způsob č. 2 je založen pouze na *experimentech*. Model je determinován přímo na základě pozorovaných vztahů mezi vstupem a výstupem. Tento způsob určení modelu je znám jako *identifikace systému*[2].

Pro svoji práci jsem zvolila kombinaci obou způsobů. Za formu použití prvního přístupu lze považovat výběr souborů dat pro každý typ modelu, přičemž vhodnost použití kombinací

vstupů je experimentálně odzkoušeno, což odpovídá druhému způsobu tvorby matematického modelu.

2.2.2 Identifikace modelu

Dynamický systém je systém, ve kterém hodnoty výstupu v dalším období závisí na vstupech v daném období a také na jejich předchozích hodnotách. Základem identifikace systému je vytvoření matematického modelu dynamického systému, který bude založen právě na pozorování vstupů a výstupů systému v předchozích obdobích. Proces identifikace spočívá v provedení několika základních kroků, které jsou zobrazeny na následujícím obrázku (2.38).



Obrázek 2.38: Postup pro identifikaci systému [4]

Dle uvedeného schématu na obrázku 2.38 začíná proces identifikace sběrem dat - časových vývoji veličin, které budou použity jako vstupy modelu a jako referenční hodnota, se kterou bude porovnáván výstup modelu (v případě modelu vlivu zákaznické spokojenosti na profitabilitu společnosti je touto referenční časovou řadou vývoj tržního podílu značky na trhu). Časové řady vstupních veličin jsou rozděleny na dvě části: část trénovací a část validační.

Za použití softwaru (Matlab) a definovaných trénovacích dat je navržena vnitřní struktura modelu tak, aby jeho výstup dobře korespondoval s reálným vývojem tržního podílu společnosti. Funkčnost takto natrénovaného kandidátského modelu je ověřena na validačních datech. Pokud se prokáže, že výstup modelu dobře odráží skutečný vývoj tržního podílu i za použití validačních dat, je kandidátský model prohlášen za vhodný. Pokud výstup modelu při použití validačních dat skutečnému vývoji neodpovídá, je nutné se vrátit zpět ke stavbě kandidátského modelu a jeho strukturu upravit, popřípadě model zamítnout jako nevyhovující.

Postup identifikace modelu uvedený na schématu 2.38 bude použit pro tvorbu modelu vlivu zákaznické spokojenosti a dalších ukazatelů na profitabilitu společnosti v praktcké části této práce.

K provedení kroků identifikace znázorněných na obrázku 2.38 je potřeba určit následující tři entity[2]:

1. Specifikce dat
2. Návrhy modelů
3. Pravidla pro vyhodnocení vhodnosti/nevhodnosti modelu

2.2.2.1 Data

Relevantní *data* byla specifikována a zobrazena v první polovině teoretické části této práce. Soubor dat obsahuje údaje za období od počátku roku 2010 do února roku 2014. Tuto množinu je pro účely identifikace systému nutné rozdělit (viz obrázek 2.38) na data určená k *identifikaci - trénování* modelu a data *ověřovací - validační*[4].

Data pro identifikaci (trénování) modelu představují časové řady dříve uvedených veličin (vstupní data a výstup v podobě tržního podílu společnosti) v období leden 2010 až prosinec roku 2012. Toto období bylo určeno na základě empirické zkušenosti s kupním chováním zákazníků automobilky na Německém trhu, ověřeného studií značky Green. Na základě studie bylo zjištěno, že se největší podíl zákazníků rozhoduje o koupi nového vozu, a tu také realizuje, po uplynutí 36 měsíců od koupě vozu předchozího. Z tohoto faktu vyplývá, že zákaznickova spokojenost daná na počátku jeho spokojeností při koupi vozu dané značky se mění po dobu 36 měsíců, a to v závislosti na externích vjemech (průběh dalších vstupních veličin). Na základě koncové hodnoty zákaznické spokojenosti po 36 měsících se zákazník rozhoduje, zda si jako nový vůz zvolí opět značku zkoumané automobilky nebo dá přednost značce jiné. Proto byl jako časový rámec pro identifikační data zvoleno období leden 2010 až prosinec 2012, tedy období 36 měsíců.

Validační data představují časové řady vstupních dat a vývoje tržního podílu značky na trhu pro období leden 2013 až únor 2014. Model určený na základě dat pro identifikaci modelu bude otestován na validačních datech. Pokud se prokáže neplatnost modelu na validačních datech, bude nutné model přepracovat. Pokud analýza vhodnosti modelu na validačních datech prokáže dobrou shodu, bude kandidátský model prohlášen za vhodný. Model však nikdy nelze považovat za pravý a dokonalý popis systému [2], ale pouze jako dobrý či použitelný k danému předem specifikovanému účelu.

2.2.2.2 Návrhy modelů

Vytvořila jsem sedm specifických návrhů modelů, které pracují vždy s výběrem z uvedených dat. Jako vstupní veličiny modelu je zvoleno 6 až 10 ukazatelů. Výběr vstupů je vždy učiněn s ohledem na dodatečný předpoklad o chování zákazníka (např. předpoklad prvního modelu je, že příští nákup zákazníka je ovlivněn převážně jeho zkušeností s nákupem vozu předchozího), popřípadě o fungování trhu. Pro stavbu modelu byly využity také znalosti fungování dané společnosti, znalost vnitřních procesů a zkušenosti s kupním chováním zákazníků v daném segmentu.

2.2.2.3 Pravidla pro vyhodnocení vhodnosti/nevhodnosti modelu

Každý model bude navržen tak, aby odchylka výstupu modelu od skutečného vývoje tržního podílu počítaná jako RMSE (Root Mean Square Error - odmocnina střední čtvercové chyby) v oblasti použití trénovacích dat dosahovala maximálně hodnoty 4. Ověření takto navrženého modelu proběhne na validačních datech. Pokud bude výstup produkovaný modelem odpovídat alespoň trendově reálným datům, bude model prohlášen za vhodný (RMSE menší než 2). V situaci, kdy bude potvrzena vhodnost více různých kandidátských modelů, bude za nejvhodnější prohlášen ten nejmenším RMSE a s nejmenší složitostí (dáno počtem odhadovaných parametrů).

2.2.3 Struktura modelu

Fungování modelu předpokládá, že při znalosti vstupů bude možno vypočítat výstup. Pro reálné případy to ale není zcela možné, a to z důvodu přítomnosti rušení. Rušení lze považovat za vstup systému, který není pod kontrolou uživatele modelu. Z důvodu existence chyby budu předpokládat typ modelové struktury zahrnující právě toto rušení (tzv. Equation Error Model Structure, [2]).

Předpokládám systém v základním tvaru [2]:

$$y(t) = G(q)u(t) + H(q)e(t), \quad (2.1)$$

kde $y(t)$ je výstupem - tržním podílem, $u(t)$ vstupem, $e(t)$ chybou, $G(q)$ přenosovou funkcí vstupu a $H(q)$ přenosovou funkcí chyby. V případě modelu vlivu zákaznické spokojenosti budou obě přenosové funkce závislé na parametru θ . Základní rovnice mého systému je:

$$y(t) = G(q, \theta)u(t) + H(q, \theta)e(t) \quad (2.2)$$

Cílem této práce je navrhnout obstojný model, který se svým chováním bude blížit k reálnému systému. Nutnou součástí je také validace modelu, při které bude za použití validačních dat zkoumána kvalita navrženého modelu. Pro porovnání výstupu generovaného modelem a reálného výstupu systému je nutné použít predikci.

One step ahead prediction

Odhad výstupu v dalším období $\hat{y}(t|t-1)$ je dán zvolenou strukturou modelu a tím pádem konkrétními přenosovými funkcemi $H(q, \theta)$ a $G(q, \theta)$ [2].

$$\hat{y}(t|t-1) = H^{-1}(q)G(q)u(t) + [1 - H^{-1}(q)]y(t) \quad (2.3)$$

Chyba prediktoru je:

$$y(t) - \varepsilon(t|t-1) = -H^{-1}(q)G(q)u(t) + H^{-1}(q)y(t) = e(t) \quad (2.4)$$

Pro k krokovou predikci se jedná jen o generalizovaný případ one step ahead predikce.

Predikční funkce společná pro všechny výše zmíněné modelové struktury je závislá na výběru parametru θ . One step ahead predikce závislá na θ má tvar [2]:

$$\hat{y}(t|\theta) = H^{-1}(q, \theta)G(q, \theta)u(t) + [1 - H^{-1}(q, \theta)]y(t) \quad (2.5)$$

Chyba prediktoru je:

$$y(t) - \varepsilon(t|\theta) = -H^{-1}(q, \theta)G(q, \theta)u(t) + H^{-1}(q, \theta)y(t) = e(t) \quad (2.6)$$

Zanesením znalosti (odhadu) vnitřních vztahů mezi vstupy a výstupem do modelu získávám jeho *strukturu*.

2.2.3.1 Modelová struktura ARX

Jako vhodná struktura vytvářeného modelu vlivu zákaznické spokojenosti, byla zvolena struktura ARX neboť je nejjednodušší na sestavení a její podmínky použití korespondují s podmínkami, za kterých je model tvořen (systém pracující v čase).

Vztah mezi vstupem a výstupem systému uvažovanou strukturoou ARX lze popsat pomocí rovnice [2]:

$$y(t) + a_1y(t-1) + \dots + a_ny(t-n) = b_1u(t-1) + \dots + b_mu(t-m) + e(t)^1 \quad (2.7)$$

Z této rovnice plyne, že vektor (matice) parametrů systému θ bude mít tvar:

$$\theta = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n \ b_1 \ b_2 \ \dots \ b_m]^T$$

Zavedením nových proměnných [5]:

$$A(q) = 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_nq^{-n} \quad (2.8)$$

$$B(q) = b_1q^{-1} + \dots + b_mu^{-m} \quad (2.9)$$

$$G(q, \theta) = \frac{B(q)}{A(q)}, \quad H(q, \theta) = \frac{1}{A(q)} \quad (2.10)$$

do předchozích rovnic, získávám modelovou strukturu zvanou *ARX*.

ARX model neboli model systému s ARX strukturou je autoregresivní model s externími vstupy určený rovnicí [5]:

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)}u(t) + \frac{1}{A(q)}e(t) \quad (2.11)$$

Chybějící parametry jsou určeny lineární regresí.

¹Chyba je zde bílým šumem a je zahrnuta přímo v diferenciální rovnici, proto se modelu (struktuře) říká Equation error [2].

2.2.3.2 Modelová struktura ARMAX

Za druhou vhodnou strukturu vytvářeného modelu byla zvolena struktura ARMAX. Model systému se strukturou ARMAX je model založený na pohyblivých průměrných hodnotách a externích vstupech (Autoregressive moving average eXogeneous input) a umožňuje modelovat zvláště deterministickou a stochastickou část systému. Na rozdíl od modelové struktury ARX nahlíží ARMAX na rušení $e(t)$ ne jako na jeden ze vstupů, ale jako na pohyblivý průměr přítomného bílého šumu. Základní rovnice ARMAX systému [2]:

$$y(t) + \alpha_1 y(t-1) + \dots + \alpha_n y(t-n) = b_1 u(t-1) + \dots + b_m u(t-m) + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_p e(t-p) \quad (2.12)$$

kde vektor (matice) parametrů rovnice má tvar:

$$\theta = [a_1 \dots a_n \ b_1 \dots b_m \ c_1 \dots c_p]^T \quad (2.13)$$

Po zavedení

$$C(q) = 1 + c_1 q^{-1} + \dots + c_p q^{-p} \quad (2.14)$$

do rovnice struktury, dostávám prepis ve tvaru [5]:

$$A(q)y(t) = B(q)u(t) + C(q)e(t) \quad (2.15)$$

$$G(q, \theta) = \frac{B(q)}{A(q)}, \quad H(q, \theta) = \frac{C(q)}{A(q)} \quad (2.16)$$

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)}u(t) + \frac{C(q)}{A(q)}e(t) \quad (2.17)$$

Ačkoliv je na první pohled patrná podobnost rovnice pro model se strukturou ARX a ARMAX (liší se pouze parametrem u chyby), ve struktuře ARMAX již není parametr θ lineární a nelze je určit lineární regresi, pro zjištění (odhad) konkrétních hodnot parametrů je použita tzv. pseudolineární regrese [2].

Lineární regrese a metoda nejmenších čtverců

K určení parametru θ v případě, že tento parametr považujeme za lineární (viz modelová struktura ARX) je s výhodou využito Gausovy metody nejmenších čtverců (Least Squares Linear Regression).

Metoda nejmenších čtverců za splnění určitých podmínek zajistí nalezení přijatelného modelu. Podmínky jsou [6]:

1. vhodnost dat pro navržený regresní model
2. vhodnost modelu pro daná data
3. splnění základních předpokladů MNČ

Uvažujeme-li opět výstup systému závislý na vstupu, dostáváme popis systému v již zmíněném tvaru (i pro následující rovnice zdroj [6]):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{U}\theta \quad (2.18)$$

Odhad výstupu generovaný modelem:

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{U}\theta + \mathbf{e} \quad (2.19)$$

Chyba tohoto modelu při použitím parametru θ :

$$\hat{\mathbf{Y}} - \mathbf{Y} = \mathbf{e} \quad (2.20)$$

kde význam použitých symbolů je:

\mathbf{Y} vektor výstupů, matice velikosti $(m \times 1)$

$\hat{\mathbf{Y}}$ vektor odhadovaných výstupů, matice velikosti $(m \times 1)$

\mathbf{U} matice vstupů velikosti $(m \times n)$, kde $m \gg n$

θ NEZNÁMÝ vektor parametrů, matice velikosti $(n \times 1)$

\mathbf{e} vektor chyb, matice velikosti $(m \times 1)$, jedná se o náhodnou veličinu s vlastnostmi [6]:

$$\varepsilon\{\mathbf{e}\} = 0 \quad cov\{\mathbf{e}\} = \varepsilon\{\mathbf{e}\mathbf{e}^T\} = \sigma^2\mathbf{I} \quad (2.21)$$

Určení nejjednoduššího parametru θ pomocí metody nejmenších čtverců [2]:

$$\theta^* = \arg \min_{\theta} \{\mathbf{e}^T \mathbf{e}\} = \arg \min_{\theta} \{(\mathbf{Y} - \mathbf{Z}\theta)^T (\mathbf{Y} - \mathbf{Z}\theta)\} \quad (2.22)$$

Vybere parametry modelu θ tak, aby bylo dosaženo minimální čtvercové chyby a tím pádem nejlepšího odhadu [2]:

$$\hat{\theta} = (\mathbf{U}^T \mathbf{U})^{-1} \mathbf{U}^T \mathbf{Y} \quad P_{\theta} = \sigma^2 (\mathbf{U}^T \mathbf{U})^{-1} \quad (2.23)$$

Kapitola 3

Praktická část

Praktická část je zaměřena na tvorbu kandidátských modelů a vyhodnocení správnosti jejich fungování. Celkem bylo navrženo sedm modelů, které reflektují skutečné fungování trhu s automobily v Německu. Každý model pracuje s jiným souborem vstupních veličin, které byly zvoleny na základě dodatečného předpokladu o chování zákazníka či chování trhu. Všechny modely kombinují působení makroekonomických veličin, prodejních a servisních dat. Pro každý zvolený soubor dat byla nejdříve testována modelová struktura ARX a poté struktura ARMAX. Data použitá pro trénování i validaci modelů byla pro účely této práce a z důvodu velkého rozsahu některých veličin normována na interval $]0;10]$.

Modely jsou identifikovány na základě trénovacích dat. Výsledkem identifikace je polynomiální model systému se strukturou ARMAX s odhadnutými parametry při stanovených polynomiálních řádech na , nb , nc a nk s následujícím významem [21]:

- na** řád polynomu $A(q)$, počet pólů systému
- nb** řád polynomu $B(q)$, počet nul systému zvětšený o 1
- nc** řád polynomu $C(q)$, počet koeficientů C
- nk** počet vzorků vstupu, které se neprojeví na výstupu (*dead time*)

Pro strukturu ARX, platí zde totéž jen $nc = 0$. Parametry na , nb a nc jsou polynomiální řády modelu, parametr nk je jeho zpožděním [21]. Všechny tyto polynomiální řády musí být určeny dříve než budou pomocí softwaru (Matlab) určeny parametry modelu.

Řády na , nb , nc i nk jsou obecně maticí, na a nc maticí: *počet výstupů systému x počet výstupů systému* (v případě modelu vlivu zákaznické spokojenosti tedy matice 1×1 , neboť výstupem je jen tržní podíl), nb a nk maticí: *počet výstupů x počet vstupů*. nb a nk jsou v případě uvažování modelu tržního podílu řádkové matice.

Určování polynomiálních řádů jednotlivých modelů při obou uvažovaných strukturách (ARX i ARMAX) probíhalo heuristickým testováním. Postupně byly přidávány polynomiální řády v závislosti na velikosti zlepšení přesnosti, které modelu přinášely. Přesnost modelu je přitom brána jako co nejmenší odmocnina střední čtvercové odchylky (RMSE) výstupu modelu od skutečných hodnot tržního podílu v daném období (trénovací data). Jako nejvyšší přijatelné RMSE trénovaného modelu je stanoveno na hodnotu 4.

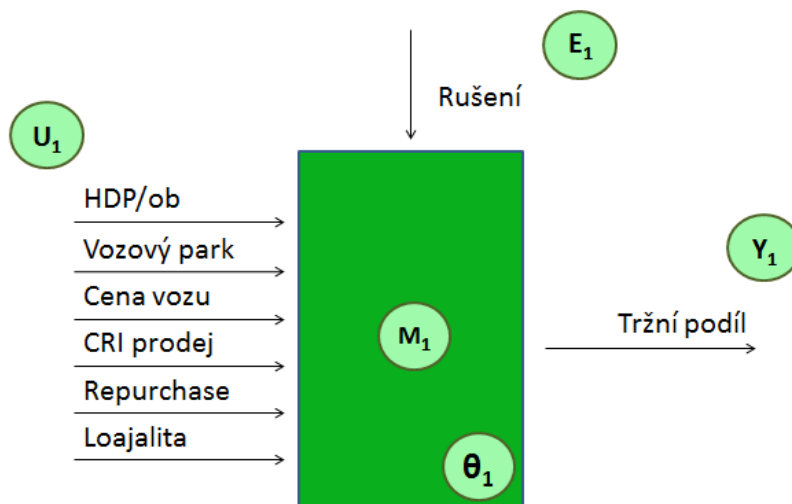
Odmocnina střední čtvercové odchylky (RMSE Root Mean Squared Error) je také posuzovacím kritériem kvality modelů. RMSE je vypočítáno jako odmocnina ze střední kvadratické odchylky výstupu modelu od reálného vývoje tržního podílu společnosti:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y'_t)^2}{n}} \quad (3.1)$$

Skutečný tržní podíl je ve vzorci vyjádřen znakem $y(t)$, zatímco výstup modelu znakem $y'(t)$, n je počet srovnávaných hodnot neboli délka období.

3.1 Model Prodej

Model č. 1 nazvaný Prodej pracuje s předpokladem, že prodej vozů v každém dalším období vyjádřený tržním podílem v dalších měsících nezávisí na službách servisu. Prodej dalšího vozu zákazníkovi je ovlivněn pouze makroekonomickými daty (HDP na obyvatele), cenou vozu, spokojeností zákazníka při nákupu předchozího vozu a jeho loajalitou ke značce. Spokojenost při nákupu je zachycena pomocí CRI indexu - prodej. Schéma modelu Prodej je zobrazeno na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1: Schéma modelu Prodej

3.1.1 ARX model Prodej

ARX model pracuje se základní rovnicí $A(z)y(t) = B(z)u(t) + e(t)$, kde $A(z)$ a $B(z)$ jsou parametry, které je nutné určit. Nejdřív je ale nutné nastavit vhodným způsobem polynomiální řády modelu. Heuristickým testováním byly řády nastaveny takto:

Polynomiální řády: $na=3$ $nb=[5 \ 2 \ 3 \ 3 \ 5 \ 7]$ $nk=[2 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1]$

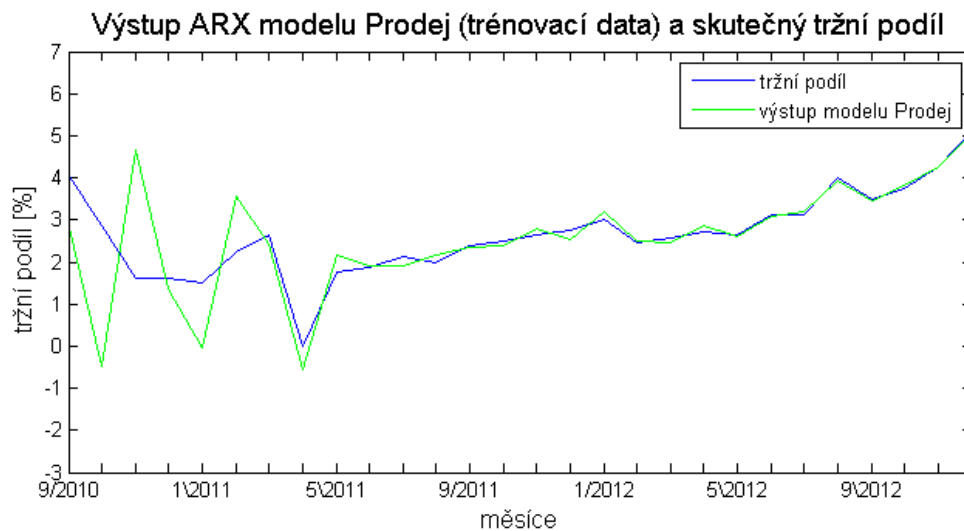
Za použití takto nastavené vnitřní struktury jsou parametry $A(z)$ a $B(z)$ tyto:

$$\begin{aligned} A(z) &= 1 + 0.6963z^{-1} + 0.5391z^{-2} - 0.01317z^{-3} \\ B1(z) &= -0.01066z^{-2} - 3.452z^{-3} + 0.785z^{-4} + 1.901z^{-5} - 0.1657z^{-6} \\ B2(z) &= 0.3701 + 0.1385z^{-1} \\ B3(z) &= -0.1144z^{-1} - 0.02064z^{-2} + 0.1134z^{-3} \\ B4(z) &= 0.4283 + 1.061z^{-1} + 0.6172z^{-2} \\ B5(z) &= -0.4634 - 0.3777z^{-1} + 0.3555z^{-2} + 0.4871z^{-3} - 0.4754z^{-4} \\ B6(z) &= 0.1748z^{-1} - 0.4208z^{-2} - 0.3086z^{-3} + 0.3327z^{-4} + 0.4197z^{-5} - 0.29z^{-6} + 0.9862z^{-7} \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:

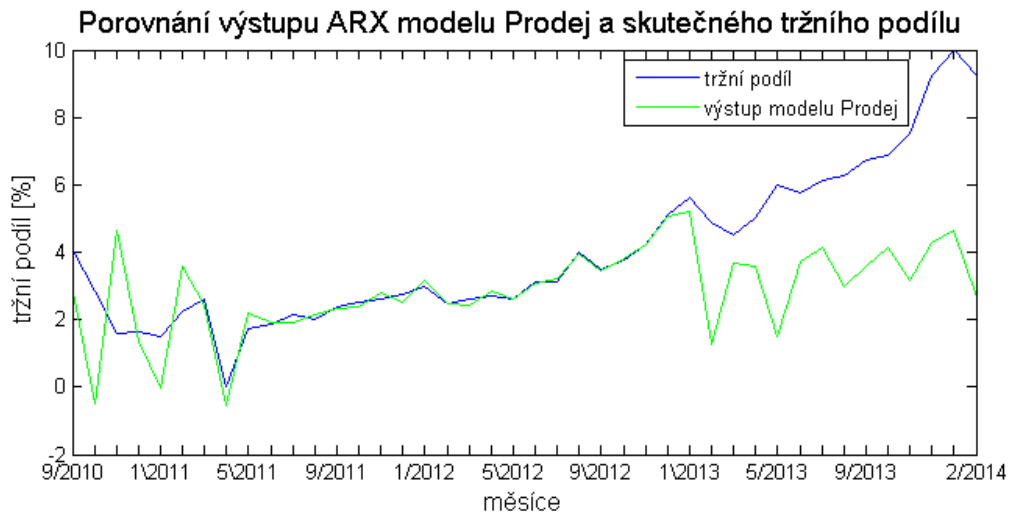
Počet koeficientů: **28**

RMSE: **1.6973**



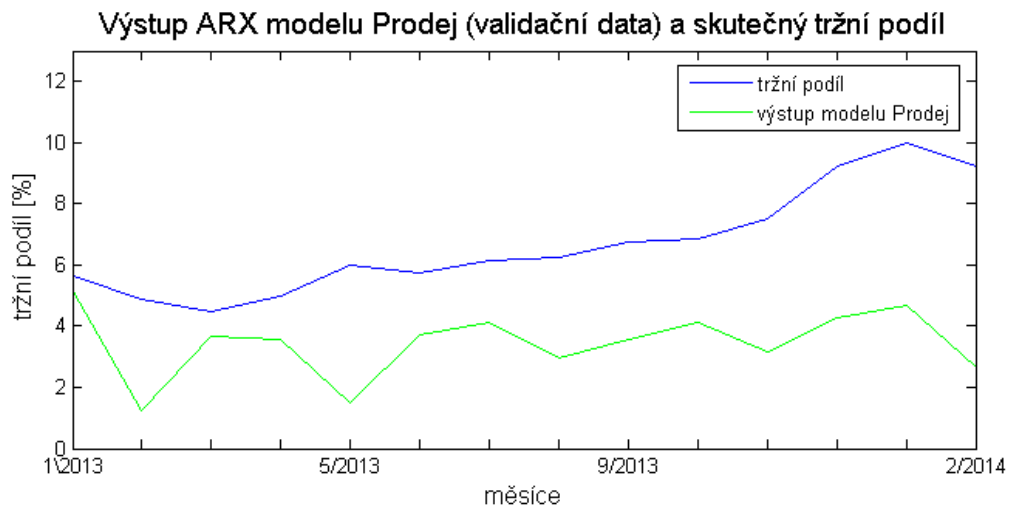
Obrázek 3.2: Výstup ARX modelu Prodej (trénovací data)

Přesnost nastavení modelu pomocí výše určených parametrů je znázorněna na grafu 3.2. Jedná se o model velmi dobře odpovídající skutečným hodnotám. Vhodnost modelu je však nutné ověřit na validačních datech, viz obrázek 3.3 a 3.4.



Obrázek 3.3: Výstup ARX modelu Prodej (trénovací a validační data)

Ačkoliv byl model natrénován tak, aby velmi dobře korespondoval se skutečným tržním podílem společnosti, vhodnost tohoto nastavení se na validačních datech nepotvrdila a model se dopouští významných chyb. Matlabem stanovená chyba (RMSE) pro část s validačními daty dosahuje hodnoty 3.6656. Odchylka výstupu modelu Prodej se strukturou ARX a skutečného tržního podílu je zobrazena na grafu 3.4.



Obrázek 3.4: Výstup ARX modelu Prodej (validační data)

3.1.2 ARMAX model Prodej

Jako nejvhodnější polynomiální řády pro model Prodej s ARMAX strukturou byly heuristickým testováním určeny tyto:

Polynomiální řády: $na=3$ $nb=[4\ 2\ 3\ 3\ 4\ 7]$ $nc=1$ $nk=[2\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1]$

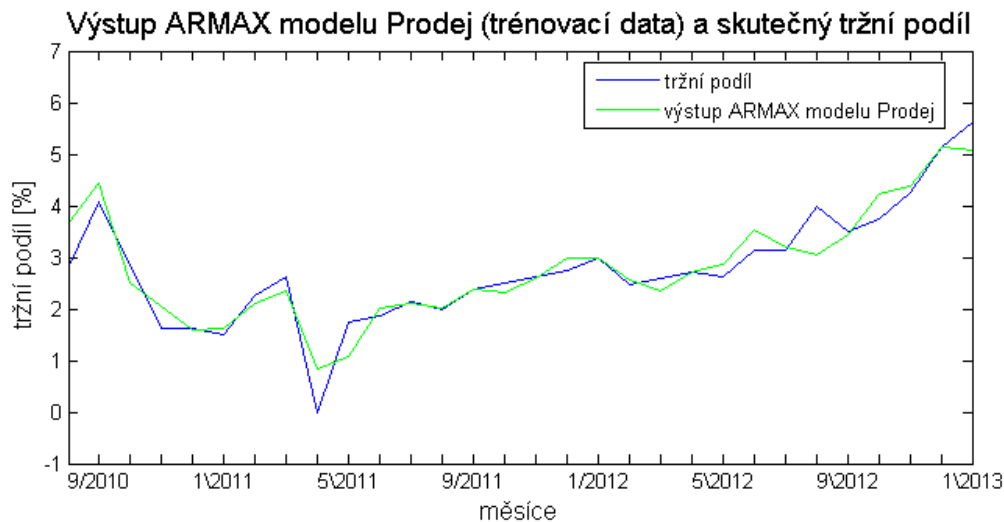
Model se strukturou ARMAX určí za pomoci trénovacích dat při zvolených řádech polynomů parametry $A(z)$, $B(z)$ a $C(z)$ tak, aby byla splněna základní rovnice ve tvaru: $A(z)y(t) = B(z)u(t) + C(z)e(t)$. Parametry ARMAX modelu Prodej jsou:

$$\begin{aligned} A(z) &= 1 - 0.4934z^{-1} + 0.1881z^{-2} - 0.06843z^{-3} \\ B1(z) &= 1.32z^{-2} - 6.171z^{-3} + 6.727z^{-4} - 2.454z^{-5} \\ B2(z) &= 0.6226 + 0.03784z^{-1} \\ B3(z) &= -0.05041z^{-1} + 0.1404z^{-2} + 0.09692z^{-3} \\ B4(z) &= 0.248 + 0.1569z^{-1} - 0.1387z^{-2} \\ B5(z) &= -0.1285 - 0.008525z^{-1} + 0.4047z^{-2} - 0.1132z^{-3} \\ B6(z) &= 0.1062z^{-1} - 0.2281z^{-2} + 0.669z^{-3} + 0.2639z^{-4} - 0.1272z^{-5} - 0.1757z^{-6} - 0.2259z^{-7} \\ C(z) &= 1 - z^{-1} \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:

Počet koeficientů: **27**

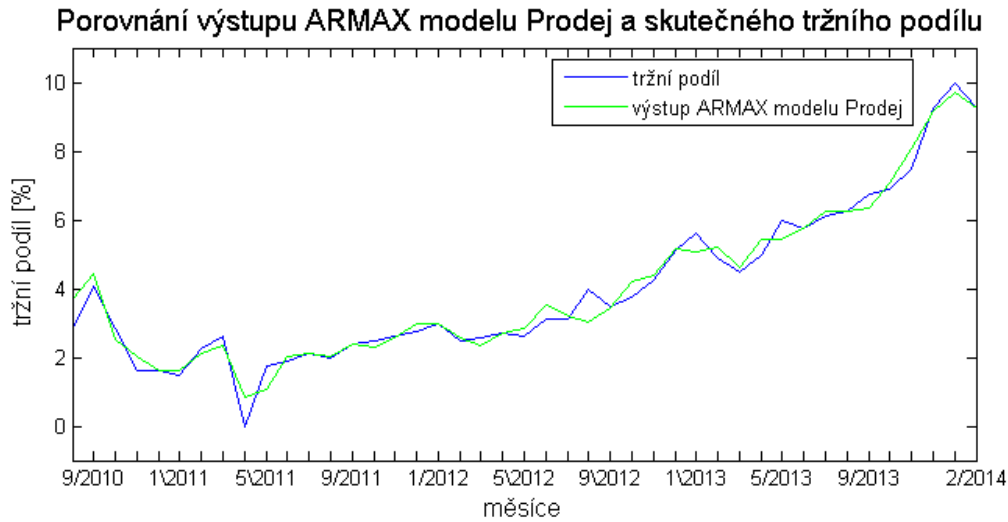
RMSE: **0.3715**



Obrázek 3.5: Výstup ARMAX modelu Prodej (trénovací data)

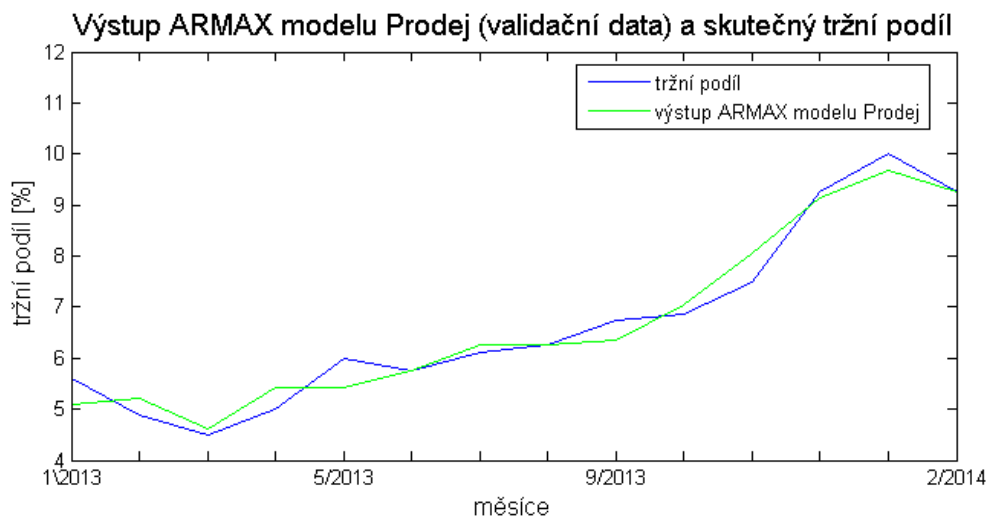
Na grafu 3.5 je zobrazena shoda vytvořeného modelu a skutečného tržního podílu společnosti pro trénovací data. Model byl vytvořen tak, aby s velkou přesností odpovídal skutečnosti

(RMS trénovaného modelu je jen 0.3715). ARMAX struktura počítá i s existencí polynomu $C(z)$, jehož řád je dán (obecně) maticí nc .



Obrázek 3.6: Výstup ARMAX modelu Prodej (trénovací a validační data)

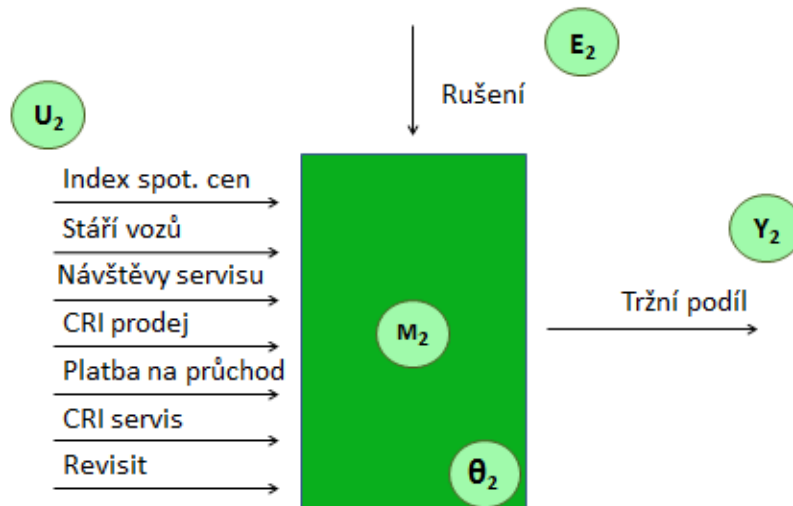
Ověření na validačních datech dalo uspokojivé výsledky, shoda výstupu modelu a tržního podílu je zobrazena na grafu 3.6 a také v detailu na grafu 3.7. Je zde patrné, že model nedosahuje ani v tomto případě zcela dokonalých výsledků, ale jsou zde drobné odchylky. RMSE je ve validační oblasti však jen o málo vyšší než v předchozí části a je 0.3312.



Obrázek 3.7: Výstup ARMAX modelu Prodej (validační data)

3.2 Model Kombinované CRI

Druhý model byl sestaven na základě předpokladu, že tržní podíl společnosti je závislý pouze na makroekonomických veličinách (index spotřebitelských cen), počátečním stavu zákaznické spokojenosti (tj. při prodeji), která se projeví na CRI indexu, na výši platby v servisu a na spokojenosti zákazníku se servisními službami (projeví se opět na CRI indexu, tentokrát v servisním). Jako doplňující veličina popisující stav vozů v dané zemi bylo zvoleno stáří vozů. Schéma modelu Kombinované CRI je zachyceno na obrázku 3.8



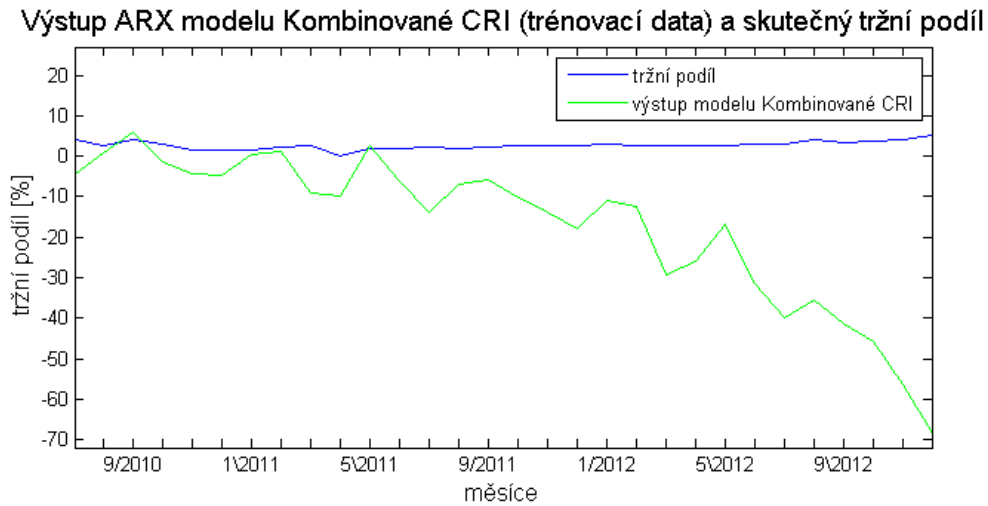
Obrázek 3.8: Schéma modelu Kombinované CRI

3.2.1 ARX model Kombinované CRI

Pro ARX model nazvaný Kombinované CRI byly polynomiální řády na , nb a nk nastaveny následujícím způsobem: $na=6$ $nb=[3\ 4\ 4\ 0\ 3\ 4\ 5]$ $nk=[2\ 0\ 1\ 3\ 0\ 0\ 1]$

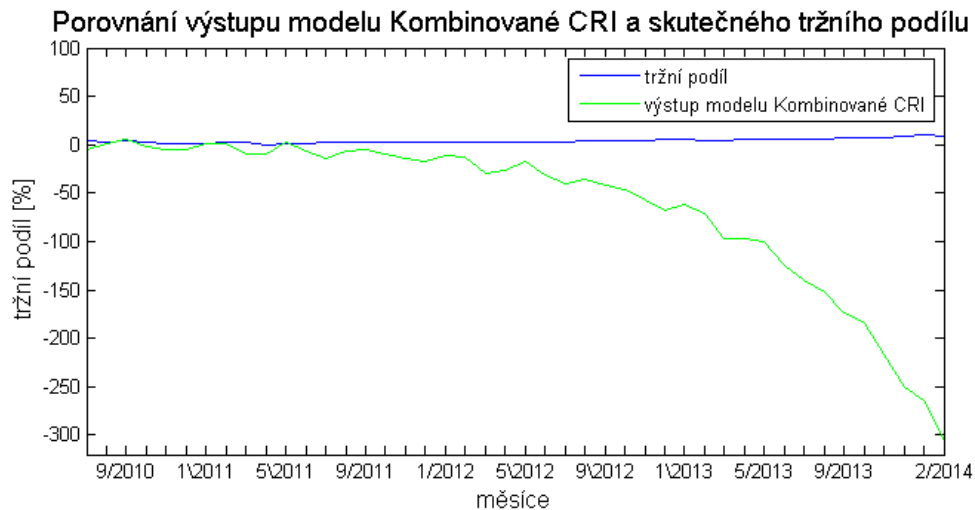
Při předpokládané platnosti obecné rovnice pro ARX modelovou strukturu, byly za pomoci výše zmíněných vstupních veličin a při použití uvedených řádů polynomů určeny koeficienty $A(z)$ a $B(z)$ takto:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 + 0.8068z^{-1} + 0.821z^{-2} - 0.5019z^{-3} - 1.185z^{-4} - 1.355z^{-5} - 1.024z^{-6} \\
 B1(z) &= -1.933z^{-2} + 0.2966z^{-3} - 0.553z^{-4} \\
 B2(z) &= 4.498 + 2.828z^{-1} - 1.285z^{-2} - 2.796z^{-3} \\
 B3(z) &= 0.138z^{-1} - 0.07998z^{-2} - 0.09711z^{-3} - 0.3533z^{-4} \\
 B4(z) &= 0 \\
 B5(z) &= -0.1144 + 0.3014z^{-1} + 0.1295z^{-2} \\
 B6(z) &= -0.5095 - 0.1858z^{-1} + 0.1474z^{-2} - 0.6096z^{-3} \\
 B7(z) &= -0.3071z^{-1} + 0.2018z^{-2} - 0.4786z^{-3} + 0.01376z^{-4} + 0.0907z^{-5}
 \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **29**RMSE: **27.4448**

Obrázek 3.9: Výstup ARX modelu Kombinované CRI (trénovací data)

Model č. 2 dle grafu 3.9 má velké problémy dobře simulovat tržní podíl automobilky na trhu a stanovit parametry $A(z)$ a $B(z)$ tak, aby výstup modelu odpovídal reálným hodnotám. Kombinace vstupních veličin je podle grafu 3.9 zcela nevhodná.



Obrázek 3.10: Výstup ARX modelu Kombinované CRI (trénovací a validační data)

Při otestování modelu na validačních datech je výsledek výstup modelu velmi vzdálen od skutečného tržního podílu a odchylka se stále zvyšuje (RMSE v trénovací části dosahuje hodnoty přes 27). Lepší hodnoty se však nepodařilo docílit ani změnami polynomiálních řádů. Heuristickým testováním bylo zjištěno, že při této modelové struktuře lze vstup CRI prodej z modelu úplně vyloučit, neboť nepřispívá ke zlepšení kvality modelu.

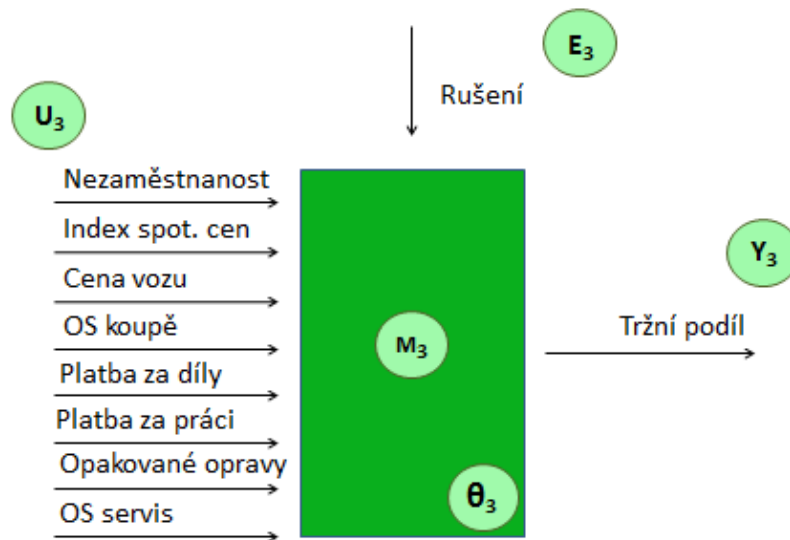
I z grafu 3.10 je zřejmé, že tento model není vůbec vhodný pro simulaci tržního podílu. Detail shody výstupu modelu s tržním podílem na validačních datech neuvádím, neboť z předchozích obrázků je velikost odchylky dostatečně zřejmá. RMSE v oblasti validačních dat dosahuje hodnoty 182.6103. Protože se nepodařilo totu chybu zmenšit ani dodatečnou úpravou polynomiálních řádů, je tento model vyškrtnut ze seznamu kandidátských modelů a prohlášen za nevhodný k simulaci tržního podílu společnosti.

3.2.2 ARMAX model Kombinované CRI

Lepšího výsledku než bylo dosaženo pro model Kombinované CRI se strukturou ARX nebylo dosaženo ani modelem se strukturou ARMAX. Grafy shody výstupu modelu s tržním podílem zde neuvádím, neboť se jedná o velmi nepřesný model, který se nepodařilo upravit ani podstatnou úpravou řádů jednotlivých parametrů.

3.3 Model Cena

Základním předpokladem pro stavbu třetího modelu je silná zákaznickova orientace na cenu. Jedná se tedy o cenově orientovaný model ovlivněný převážně makroekonomickými daty jako je koupěschopnost obyvatelů (dáno indexem spotřebitelských cen), cena vozu a výše plateb v porovnání s tím, co za ně zákazník dostává (odraženo ve všeobecné spokojenosti v oblasti prodeje i servisu a míra opakovaných oprav). Schéma vytvořeného modelu Cena je na obrázku 3.11.



Obrázek 3.11: Schéma modelu Cena

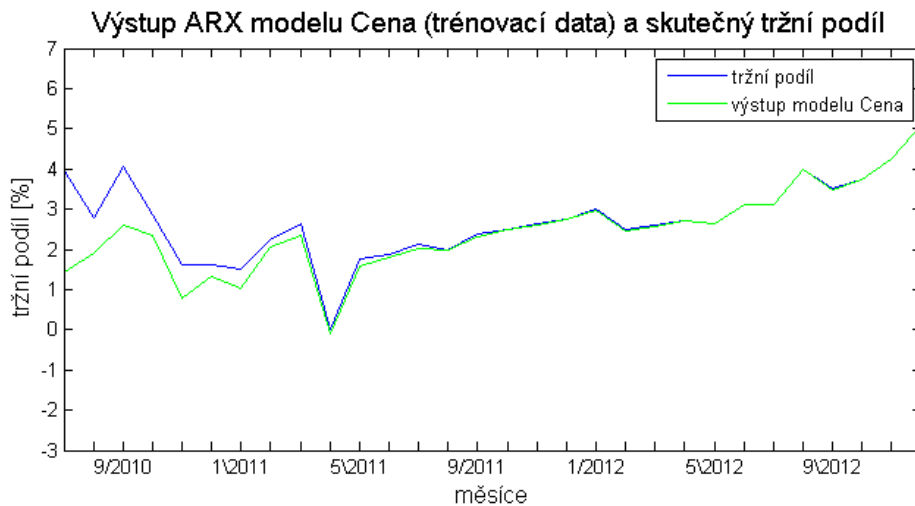
3.3.1 ARX model Cena

Řády polynomů pro model Cena se strukturou ARX heuristicky určené:

Polynomiální řády: $n_a=2$ $n_b=[4\ 2\ 0\ 3\ 5\ 4\ 6\ 2]$ $n_k=[1\ 0\ 1\ 2\ 2\ 0\ 1\ 0]$

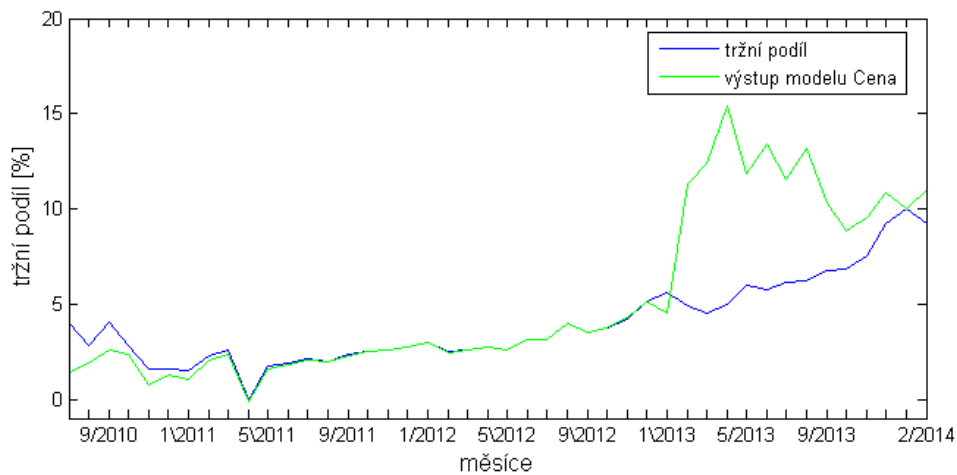
Parametry $A(z)$ a $B(z)$ modelové struktury ARX byly určeny tak, aby splňovaly základní rovnici. Z učicích dat a řádů polynomů byly determinovány tyto parametry modelu:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.003501z^{-1} - 0.5768z^{-2} \\
 B1(z) &= -0.2229z^{-1} + 0.8543z^{-2} - 0.03545z^{-3} - 1.221z^{-4} \\
 B2(z) &= -0.3629 + 0.1124z^{-1} \\
 B3(z) &= 0 \\
 B4(z) &= -0.863z^{-2} + 0.1668z^{-3} + 1.669z^{-4} \\
 B5(z) &= -0.1922z^{-2} + 0.1304z^{-3} - 0.01345z^{-4} + 0.2694z^{-5} + 0.09466z^{-6} \\
 B6(z) &= -0.06205 + 0.08864z^{-1} - 0.2017z^{-2} - 0.4415z^{-3} \\
 B7(z) &= -0.3836z^{-1} + 0.5002z^{-2} + 0.7609z^{-3} + 0.005368z^{-4} - 0.2542z^{-5} + 0.06647z^{-6} \\
 B8(z) &= 0.1291 + 0.05198z^{-1}
 \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **28**RMSE: **0.6049**

Obrázek 3.12: Výstup ARX modelu Cena (trénovací data)

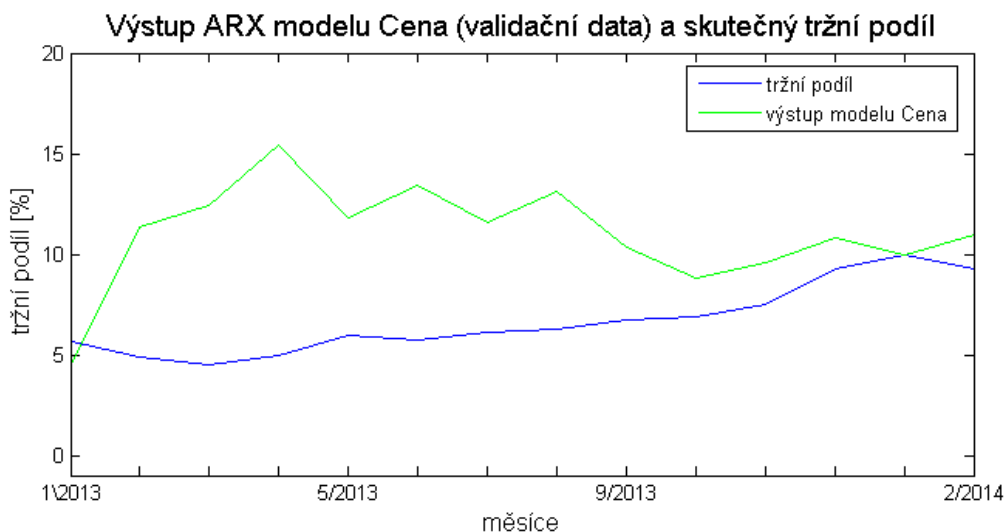
ARX model (Cena) byl vytvořen s velmi vysokou přesností (RMSE při použití trénovacích dat je pouze 0.6049). Při použití na trénovacích datech dává model téměř dokonalou shodu se skutečným tržním podílem automobilky, viz graf 3.12.



Obrázek 3.13: Výstup ARX modelu Cena (trénovací a validační data)

Takto naučený model otestovaný na validačních datech (období leden 2013 až únor 2014) však příliš dobrou shodu nevykazuje (graf 3.13 a detailněji graf 3.14). Odchylka (RMSE)

dosahuje velikosti 5.4116. Rozdíl výstupu modelu pro toto období je velmi odlišný od hodnot skutečných tržních podílů dosahovaných v těchto obdobích. V průběhu heuristického



Obrázek 3.14: Výstup ARX modelu Cena (validační data)

testování nejvhodnějších polynomiálních řádů ARX modelu Cena se ukázalo, že zahrnutí vstupní veličiny průměrná cena prodaných vozů do vstupů modelu není nutné. To je v rozporu se základním předpokladem tohoto modelu, neboť se zde předpokládá, že zákazník je orientován právě na cenu. I tento rozpor naznačuje, že takto sestavený model není nejvhodnější aproximací fungování reálného systému.

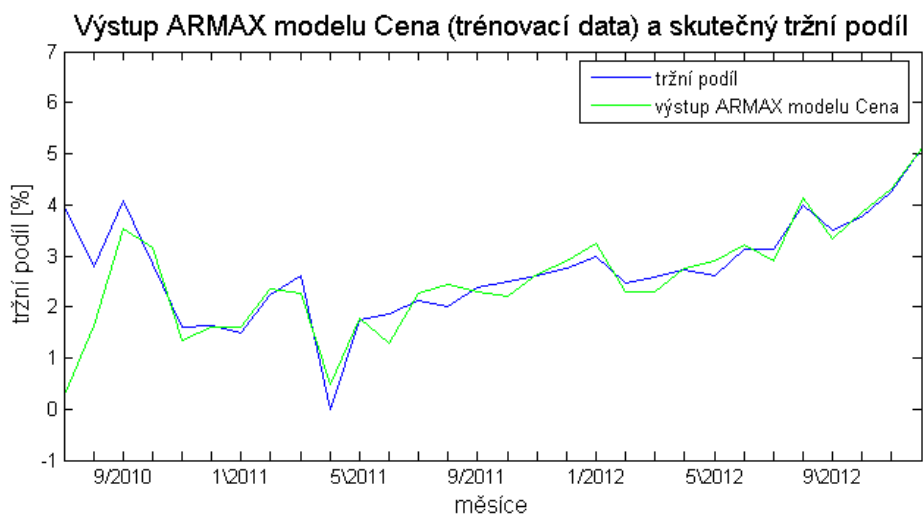
3.3.2 ARMAX model Cena

Polynomiální řády ARMAX modelu Cena byly po několika testech určeny takto:

$$na=2 \quad nb=[4 \ 0 \ 0 \ 3 \ 5 \ 4 \ 6 \ 2] \quad nc=1 \quad nk=[1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 0 \ 1 \ 0]$$

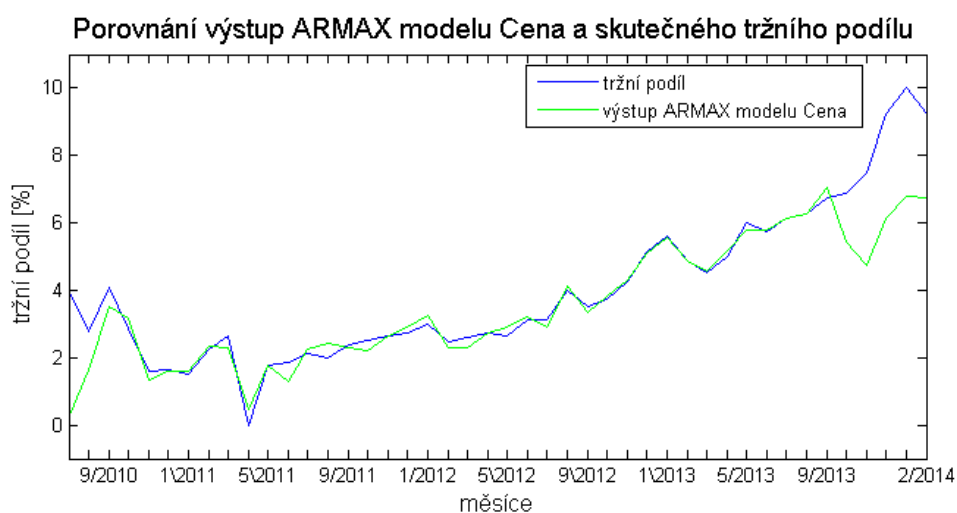
Parametry ARMAX modelu Cena při použití ve schématu určených vstupních veličin, za předpokladu platnosti základní rovnice a při uvedených řádech polynomů jsou:

$$\begin{aligned} A(z) &= 1 - 0.3713z^{-1} + 0.04861z^{-2} \\ B1(z) &= -0.4222z^{-1} + 0.006832z^{-2} + 0.4694z^{-3} - 0.3674z^{-4} \\ B2(z) &= 0 \\ B3(z) &= 0 \\ B4(z) &= 0.01482z^{-2} - 0.1804z^{-3} + 0.3157z^{-4} \\ B5(z) &= 0.1097z^{-2} + 0.04174z^{-3} + 0.04639z^{-4} - 0.03564z^{-5} + 0.2197z^{-6} \\ B6(z) &= -0.01463 + 0.2493z^{-1} - 0.1687z^{-2} - 0.1137z^{-3} \\ B7(z) &= -0.3206z^{-1} + 0.05276z^{-2} + 0.2413z^{-3} - 0.008092z^{-4} + 0.2205z^{-5} \\ B8(z) &= -0.1948 + 0.228z^{-1} \\ C(z) &= 1 - z^{-1} \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **27**RMSE: **0.7604**

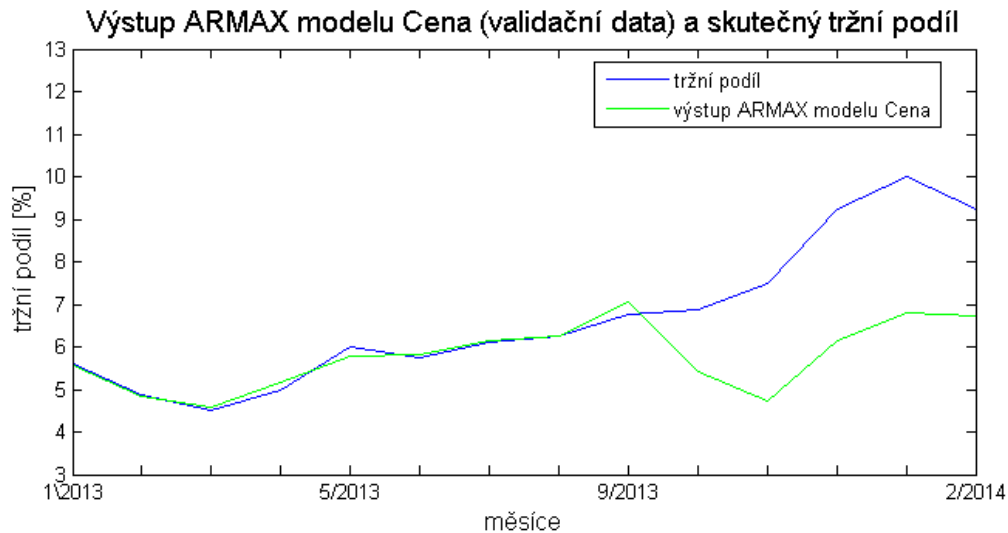
Obrázek 3.15: Výstup ARMAX modelu Cena (trénovací data)

Model Cena se strukturou ARMAX nevykazuje tak vysokou shodu s realitou na učicích datech (RMSE je 0.7604) jako tento model se strukturou ARX, není učen tak přesně následovat reálný tržní podíl, jako modely předchozí. Zároveň je však míra shody dostatečně vysoká, aby bylo stále možné předpokládat že model odráží skutečné chování trhu.



Obrázek 3.16: Výstup ARMAX modelu Cena (trénovací a validační data)

Ačkoliv zde byla shoda výstupu modelu s tržním podílem nižší, shoda v oblasti validačních dat je lepší (RMSE v oblasti validačních dat dosahuje velikosti 1.6093) než při modelové struktuře ARX, viz graf 3.16. Téměř ideální je výstup modelu Cena až do období září 2013, v dalších měsících se výstup modelu od reálného tržního podílu opět výrazně liší. Detail shody výstupu modelu na validačních datech je zobrazen na grafu 3.17.

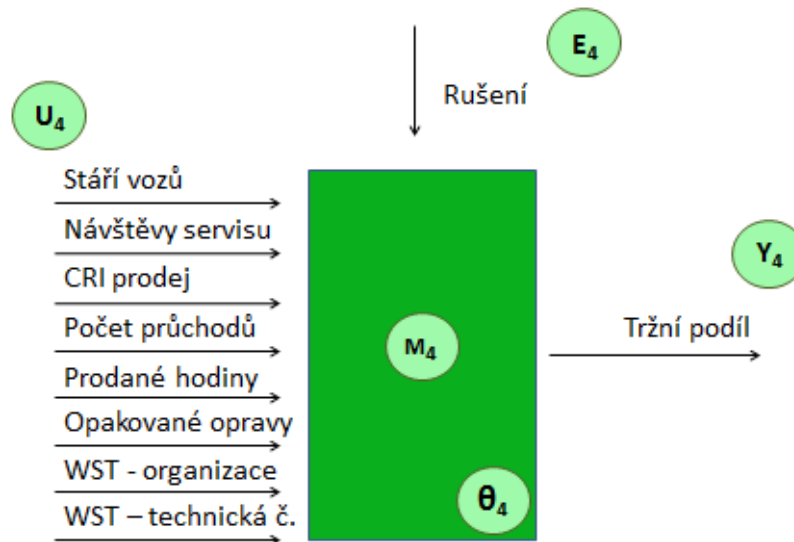


Obrázek 3.17: Výstup ARMAX modelu Cena (validační data)

Při určování vhodných řádů polynomů bylo zjištěno, že model nepotřebuje ke své činnosti ani průměrnou cenu vozů ani index spotřebitelských cen. Opět se jedná o silný rozpor se základním předpokladem modelu, a tím je orientace zákazníka na cenu. I tento logický rozpor ve stavbě modelu může vysvětlit růst chyby výstupu modelu při testování na validačních datech.

3.4 Model Servis

Model Servis sice považuje za stěžejní kvalitu poskytovaných služeb při prodeji. Dále však se předpokládá silný vliv základních ukazatelů výkonnosti a kvality servisu na tržní podíl. Oproti předchozím modelům model Servis pracuje s výsledky dílenských testů, které ověřují kvalitu poskytovaných služeb servisu, a to jak v části organizační, tak v části technické. Schéma modelu Servis je na obrázku 3.18.



Obrázek 3.18: Schéma modelu Servis

3.4.1 ARX model Servis

Polynomiální řády pro ARX model Servis:

$$n_a=3 \quad n_b=[0 \ 2 \ 3 \ 2 \ 4 \ 6 \ 1 \ 0] \quad n_k=[1 \ 1 \ 2 \ 3 \ 2 \ 1 \ 0 \ 1]$$

Parametry čtvrtého modelu $A(z)$ a $B(z)$ byly při použití dříve uvedených vstupů a při polynomiálních řádech určených pro tento model a strukturu:

$$A(z) = 1 - 0.2946z^{-1} + 0.2054z^{-2} - 0.4249z^{-3}$$

$$B1(z) = 0$$

$$B2(z) = -5.118z^{-1} + 0.7467z^{-2}$$

$$B3(z) = 0.6968z^{-2} - 1.33z^{-3} + 0.7586z^{-4}$$

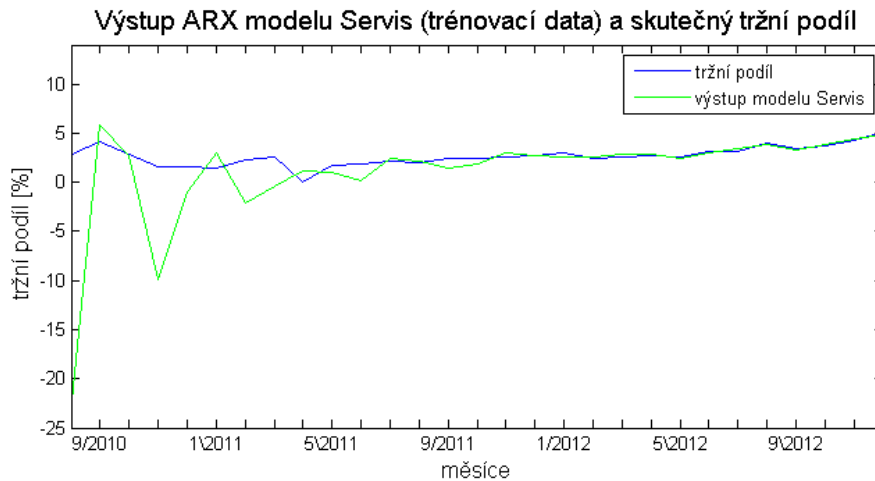
$$B4(z) = 6.633e - 06z^{-3} - 2.606e - 05z^{-4}$$

$$B5(z) = 9.591e - 07z^{-2} - 1.519e - 06z^{-3} + 2.111e - 05z^{-4} - 5.579e - 08z^{-5}$$

$$B6(z) = -63.72z^{-1} + 43.05z^{-2} - 40.03z^{-3} + 45.47z^{-4} - 29.89z^{-5} + 35.7z^{-6}$$

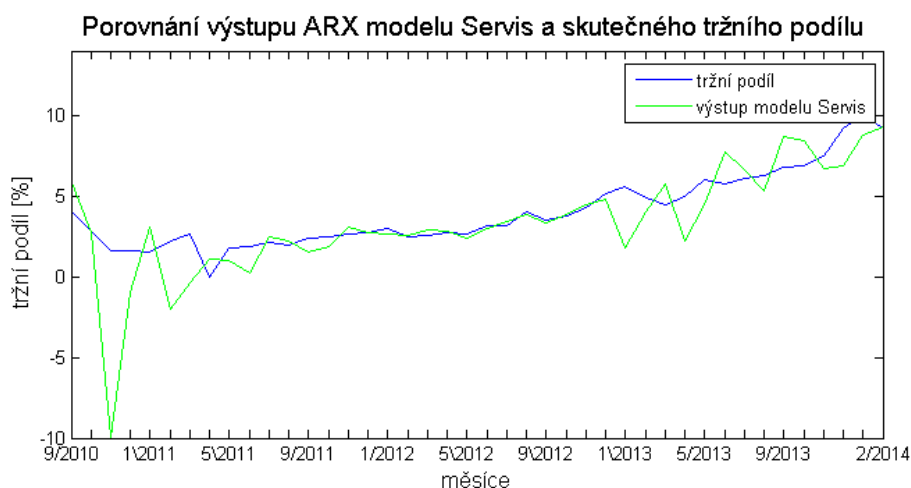
$$B7(z) = -0.07641$$

$$B8(z) = 0$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **21**RMSE: **2.5407**

Obrázek 3.19: Výstup ARX modelu Servis (trénovací data)

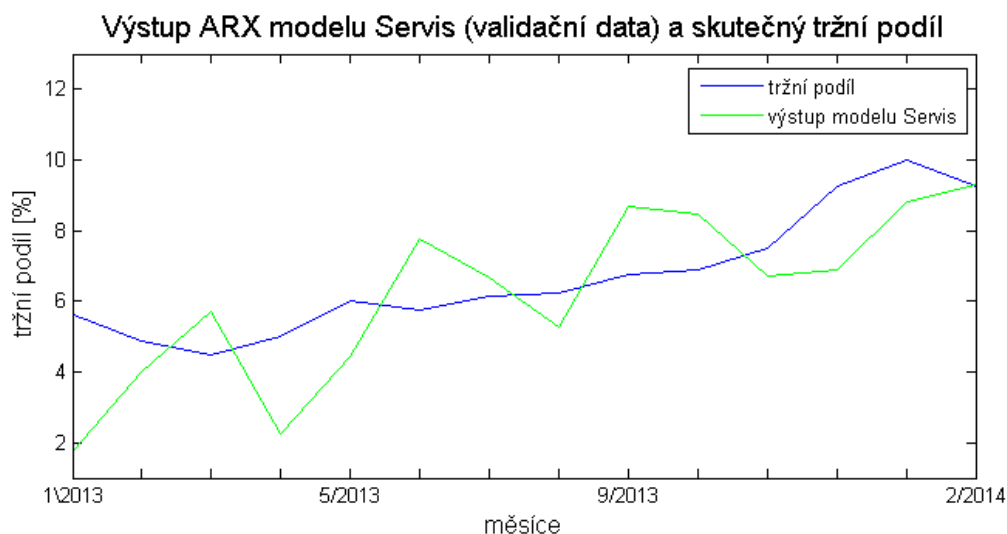
Čtvrtý model nazvaný Servis naučený pomocí trénovacích dat vykazuje odchylku od reálného tržního podílu ve velikosti 2.5407 (RMSE). I přes tuto vysokou odchylku model dobře simuluje požadovaný výstup. K výchytkám dochází pouze v počátečních obdobích. Celý průběh modelovaného výstupu a reálné veličiny v daném období lze vidět na grafu 3.19.



Obrázek 3.20: Výstup ARX modelu Servis (trénovací a validační data)

Při použití modelu Servis se strukturou ARX naučeného na datech s přesností zobraze-

nou grafem 3.19 na datech validačních, dostávám jen částečnou shodu. Celkové porovnání výstupu a skutečného tržního podílu je zobrazeno na grafu 3.20.



Obrázek 3.21: Výstup ARX modelu Servis (validační data)

Detail shody při použití validačních dat je zobrazen na grafu 3.21. Z tohoto detailu je patrné, že výstup modelu Servis a skutečný tržní podíl se liší, nicméně je zde alespoň patrná stejná mírně rostoucí tendence. Model na rozdíl od skutečné veličiny však dává více rozkmitané hodnoty. Odmocnina střední kvadratické chyby ve validační oblasti je 1.8191, což je lepší hodnota než v části trénovací (v trénovací části se jedná o podstatně výkyvy na počátku období). Pozitivem tohoto modelu je že se s časem nehorší.

Z heuristicky určených polynomiálních řádů ARX modelu Servis lze dojít k závěru, že vstup č. 1 (stáří vozů) a vstup č. 8 (vyhodnocení technické části dílenských testů) v modelu vůbec nemusí být použity. Přesnost modelu to ztlačí a řád odhadovaných parametrů tak značně klesá. Nezahrnutí výsledku dílenských testů do podstatných vstupních veličin lze vysvětlit orientací zákazníka na tzv. měkké faktory (jeho spokojenost se službou není závislá na skutečné kvalitě, ale na pocitu kvalitu, který si zákazník odnáší). Vypuštění těchto veličin není v zásadním rozporu s předpokladem modelu.

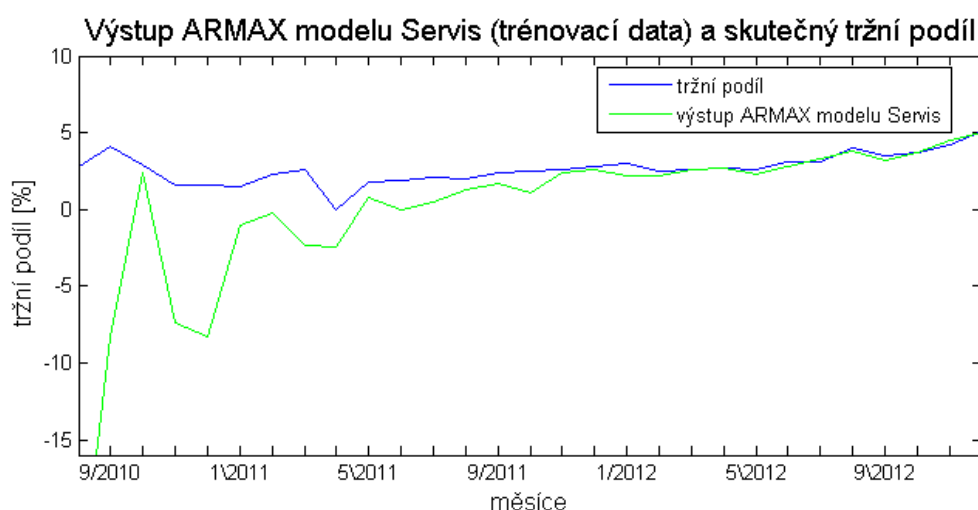
3.4.2 ARMAX model Servis

Polynomiální řády ARMAX modelu Servis byly s ohledem na řády stanovené pro strukturu ARX stanoveny následovně:

$$\text{Polynomiální řády: } n_a=3 \quad n_b=[0 \ 2 \ 3 \ 2 \ 4 \ 6 \ 1 \ 0] \quad n_c=1 \quad n_k=[1 \ 1 \ 2 \ 3 \ 2 \ 1 \ 0 \ 1]$$

I pro tento ARMAX model je nutné na základě uvedených vstupů a určených řádů polynomů vypočítat parametry $A(z)$, $B(z)$ a $C(z)$:

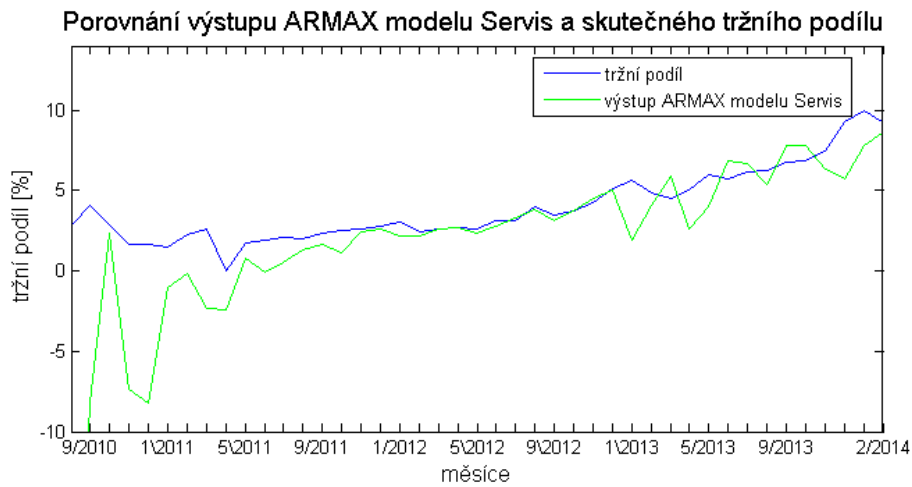
$$\begin{aligned}
A(z) &= 1 - 0.5304z^{-1} + 0.2974z^{-2} - 0.4206z^{-3} \\
B1(z) &= 0 \\
B2(z) &= -5.01z^{-1} + 2.408z^{-2} \\
B3(z) &= 0.7821z^{-2} - 1.498z^{-3} + 0.8577z^{-4} \\
B4(z) &= 1.917e-05z^{-3} - 1.764e-05z^{-4} \\
B5(z) &= -4.915e-06z^{-2} - 7.174e-06z^{-3} + 2.028e-05z^{-4} - 4.296e-06z^{-5} \\
B6(z) &= -74.02z^{-1} + 53.57z^{-2} - 44.34z^{-3} + 70.34z^{-4} - 49.28z^{-5} + 27.21z^{-6} \\
B7(z) &= -0.09577 \\
B8(z) &= 0 \\
C(z) &= 1 - z^{-1}
\end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **22**RMSE: **3.7094**

Obrázek 3.22: Výstup ARMAX modelu Servis (trénovací data)

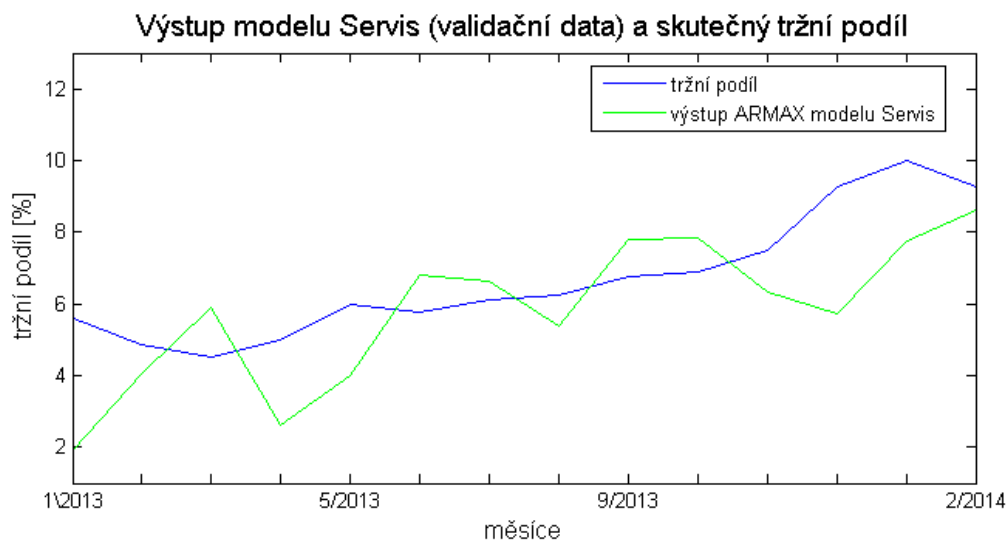
Pro ARMAX verzi modelu Servis byly použity stejné polynomiální řády, protože již model ARX dosahuje přijatelných výsledků. Přidáním parametru $C(z)$ však nebylo dosaženo lepší shody při použití testovacích dat (RMSE je vyšší než u ARX struktury, a to 3.7094). Z grafu 3.22 je patrné, že se shoda výstupu modelu se skutečným vývojem tržního podílu s postupujícím časem zlepšuje.

Oproti ARX modelu dosahuje ARMAX lepších výsledků při testování na validačních datech (zobrazeno na grafu 3.23 a v detailu na grafu 3.24). Opět je zachována podobná růstová tendence jakou má skutečný tržní podíl. U výstupu generovaného modelem dochází



Obrázek 3.23: Výstup ARMAX modelu Servis (trénovací a validační data)

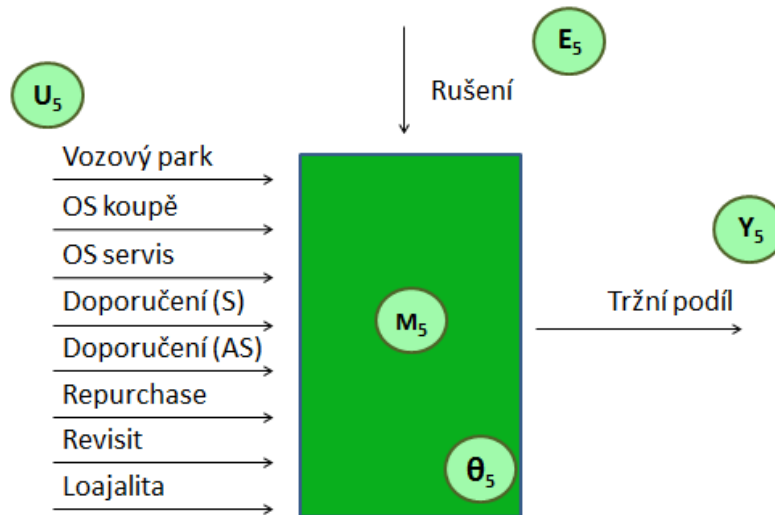
k rozkmitu hodnot kolem skutečné výše tržního podílu při použití validačních dat a RMSE dosahuje hodnoty 1.8831, což je řádově stejný výsledek jako podal model Servis se strukturou ARX. Opět byly z modelu vyloučeny parametry stáří vozů v zemi a výsledky technické části dílenských testů.



Obrázek 3.24: Výstup ARMAX modelu Servis (validační data)

3.5 Model Měkké ukazatele

Tento model nazvaný Měkké ukazatele pracuje hlavně s měkkými ukazateli - ukazateli spokojenosti a loajality zákazníků. Vstupy modelu byly zvoleny v kombinaci: všeobecná spokojenost pro oblast prodeje i servisu, ochota zákazníků služby dále doporučit či jich dále využívat a loajalita zákazníků. Tento model pracuje s předpokladem, že nejdůležitější je vnímání zákazníka.



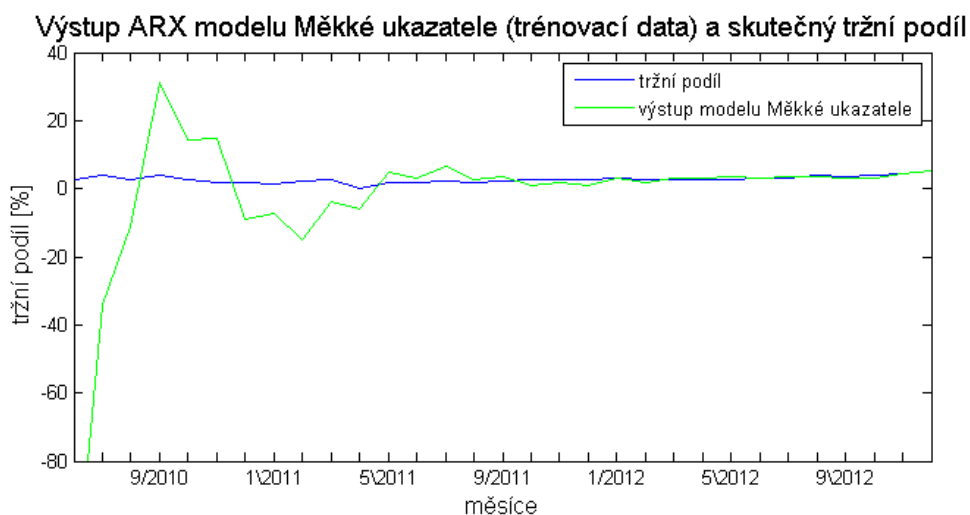
Obrázek 3.25: Schéma modelu Měkké ukazatele

3.5.1 ARX model Měkké ukazatele

Heuristickým testováním byly polynomiální řády uvedených vstupních veličin určeny takto:
 $na=5$ $nb=[3 \ 3 \ 2 \ 2 \ 3 \ 1 \ 4 \ 5]$ $nk=[2 \ 2 \ 1 \ 1 \ 3 \ 2 \ 1 \ 1]$

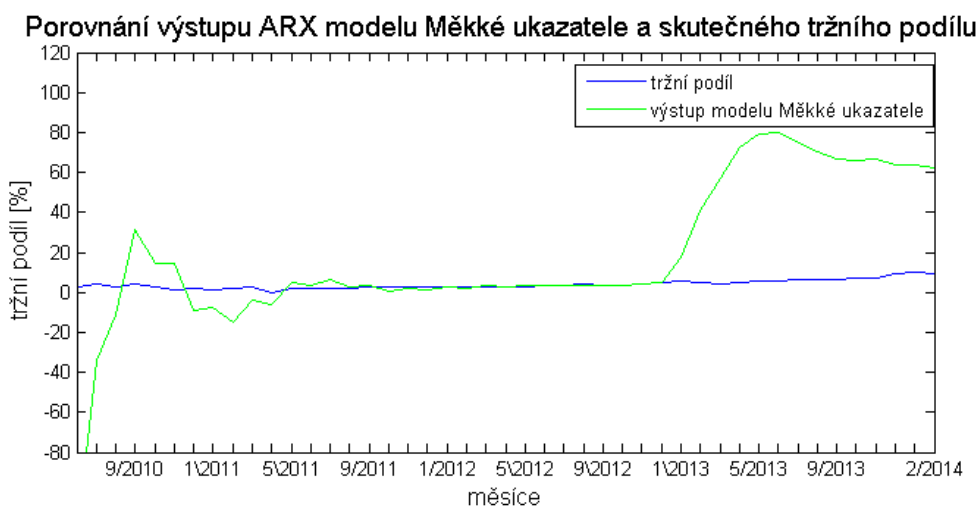
Parametry ARX modelu Měkké ukazatele při použití vstupních veličin ze schématu 3.25 a jejich výše uvedených polynomiálních řádů jsou vypočteny v této výši:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.7617z^{-1} - 0.4609z^{-2} + 0.7452z^{-3} - 0.1106z^{-4} - 0.1081z^{-5} \\
 B1(z) &= 0.00008266z^{-2} - 0.0008147z^{-3} - 0.00002176z^{-4} \\
 B2(z) &= -12.58z^{-2} + 13.34z^{-3} + 10.68z^{-4} \\
 B3(z) &= -15.62z^{-1} + 7.132z^{-2} \\
 B4(z) &= -1.984z^{-1} + 19.41z^{-2} \\
 B5(z) &= 24.09z^{-3} + 13.28z^{-4} + 34.05z^{-5} \\
 B6(z) &= -18.04z^{-2} \\
 B7(z) &= -38.16z^{-1} + 28.57z^{-2} - 23.34z^{-3} - 12.19z^{-4} \\
 B8(z) &= 0.5446z^{-1} + 0.7193z^{-2} - 0.8276z^{-3} - 1.157z^{-4} - 0.09876z^{-5}
 \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **28**RMSE: **25.4778**

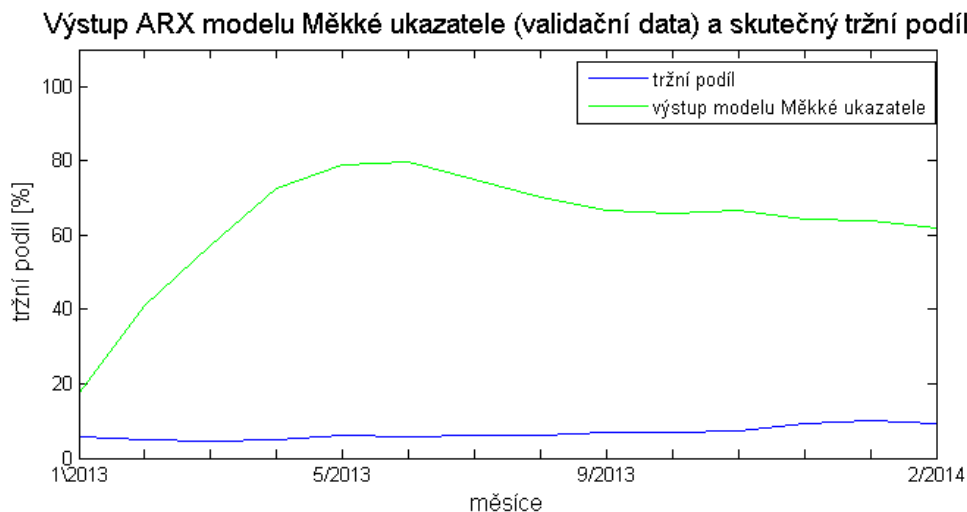
Obrázek 3.26: Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (trénovací data)

Výstup modelu Měkké ukazatele se strukturou ARX a skutečný tržní podíl je zobrazen na grafu 3.26. Vytvořený model souhlasí s reálnými hodnotami v poslední třetině období použití trénovacích dat. Má tedy podobně jako předchozí model (Servis) šanci, aby na validačních datech prokázal shodu. Enormní chyba (RMSE) simulovaného výstupu modelu dosahuje výše 25.4778, a to hlavně z důvodu markantních výkyvů výstupu na počátku trénovacího období.



Obrázek 3.27: Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (trénovací a validační data)

Velikost RMSE se nepodařilo ani dodatečnou úpravou polynomiálních řádů snížit. A model by měl být zamítnut.



Obrázek 3.28: Výstup ARX modelu Měkké ukazatele (validační data)

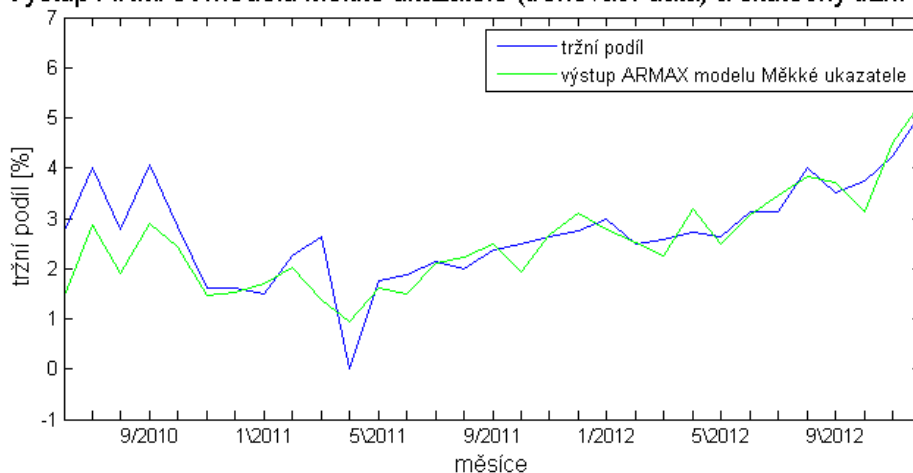
Při otestování naučeného modelu na validačních datech je opět dosaženo neuspokojivého výsledku. Na validačních datech se funkčnost modelu nepotvrdila a ve validační části se výstup modelu značně liší od tržního podílu (RMSE dosahuje hodnoty 58.3970). Výstup modelu v učicí i validační oblasti spolu se skutečným tržním podílem je zobrazen na grafu 3.27. Detail odchylky výstupu modelu od skutečného vývoje tržního podílu je zachycen na grafu 3.28. Z důvodu takto výrazné odchylky je model prohlášen za nevhodný.

3.5.2 ARMAX model Měkké ukazatele

Polynomiální řády na základě testů určené jako vhodné pro ARMAX model Měkké ukazatele: $na=4$ $nb=[3\ 2\ 3\ 3\ 3\ 1\ 5\ 3]$ $nc=1$ $nk=[2\ 2\ 1\ 1\ 3\ 2\ 1\ 1]$

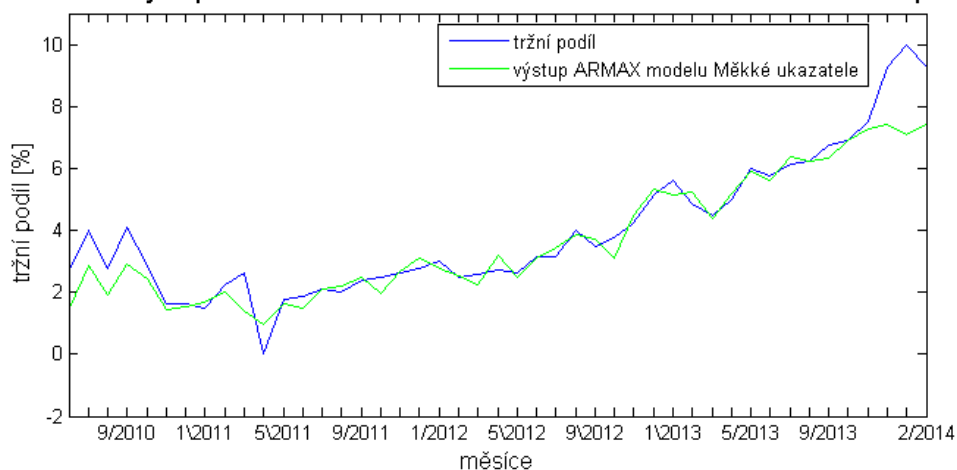
Parametry ARMAX modelu Měkké ukazatele při zachování platnosti základní rovnice, při použití ve schématu znázorněných veličin a určených polynomiálních řádů:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.5725z^{-1} + 0.0406z^{-2} + 0.09056z^{-3} - 0.1852z^{-4} \\
 B1(z) &= -0.4759z^{-2} + 1.872z^{-3} - 1.36z^{-4} \\
 B2(z) &= -0.419z^{-2} + 0.5651z^{-3} \\
 B3(z) &= -0.1026z^{-1} + 0.04742z^{-2} - 0.02113z^{-3} \\
 B4(z) &= 0.304z^{-1} + 1.251z^{-2} - 0.6994z^{-3} \\
 B5(z) &= 0.3965z^{-3} + 0.05452z^{-4} + 0.1906z^{-5} \\
 B6(z) &= -0.8216z^{-2} \\
 B7(z) &= -0.1208z^{-1} + 0.3623z^{-2} - 0.5281z^{-3} + 0.1055z^{-4} - 0.1079z^{-5} \\
 B8(z) &= -0.3785z^{-1} + 0.5547z^{-2} - 0.2514z^{-3} \\
 C(z) &= 1 - z^{-1}
 \end{aligned}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **28**RMSE: **0.5565****Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (trénovací data) a skutečný tržní podíl**

Obrázek 3.29: Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (trénovací data)

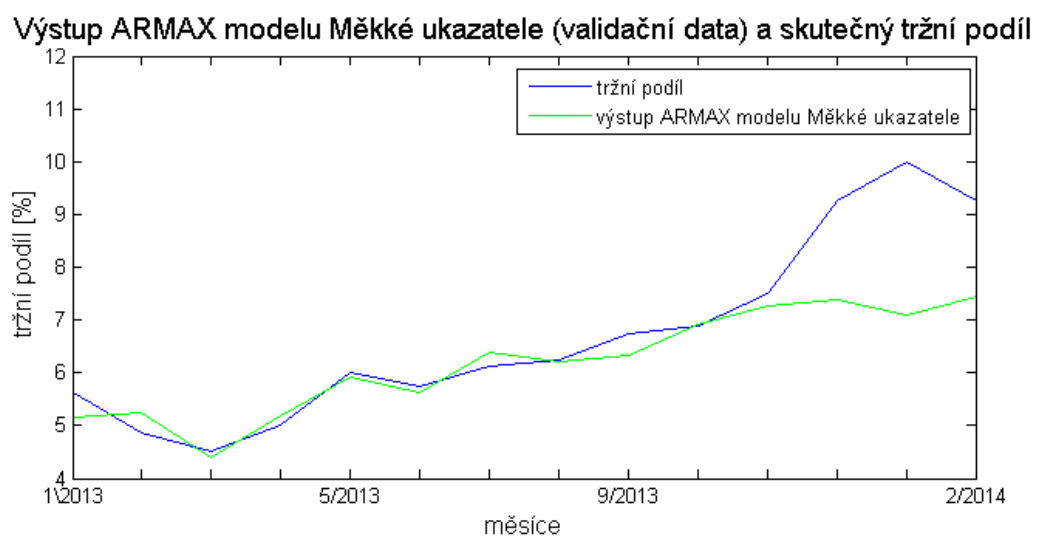
Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele v oblasti učících dat vykazuje velmi dobrou shodu se skutečným tržním podílem (RMSE v této oblasti je jen 0.5565) a dobře reflektuje trend pohybu tržního podílu. Výstup modelu i reálný tržní podíl je zobrazen na grafu 3.29.

Porovnání výstupu ARMAX modelu Měkké ukazatele a skutečného tržního podílu

Obrázek 3.30: Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (trénovací a validační data)

Po otestování vytvořeného ARMAX modelu Měkké ukazatele na validačních datech je dosaženo značné shody výstupu generovaného modelem a skutečného tržního podílu. K

výchylce dochází až v posledních 3 měsících (posledních 3 hodnotách modelovaného výstupu), které způsobují vyšší hodnotu RMSE, a to 1.0650.

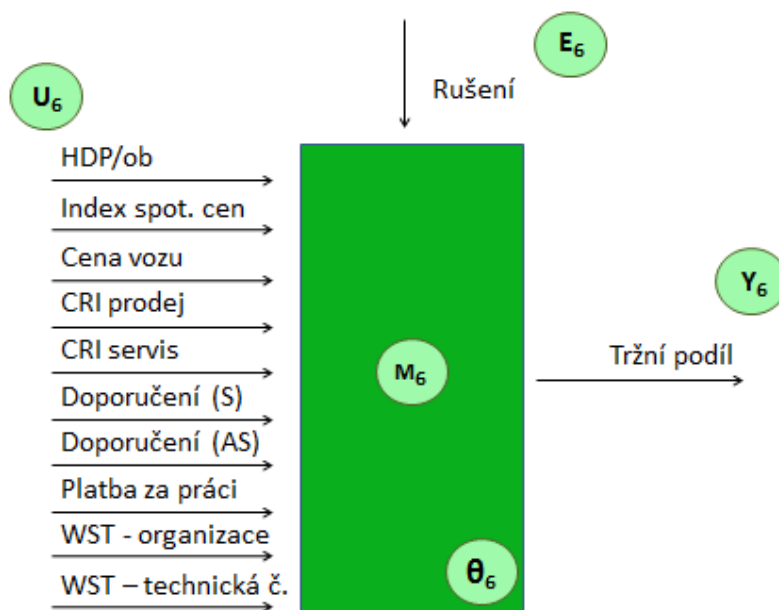


Obrázek 3.31: Výstup ARMAX modelu Měkké ukazatele (validační data)

Detail shody/rozdílu mezi výstupem generovaným modelem Měkké ukazatele a tržním podílem je vyobrazen na grafu 3.31.

3.6 Model CRI-cena

Vstupní veličiny šestého modelu byly určeny na základě kvalifikovaného odhadu veličin s největším dopadem právě na tržní podíl značky na trhu. Jedná se o kombinaci makroekonomických veličin (HDP na obyvatele a index spotřebitelských cen), ceny vozů, indexu udržení zákazníka při koupi i při servisu, platby za práci v servisu a výsledky dílenských testů.



Obrázek 3.32: Schéma modelu CRI-cena

3.6.1 ARX model CRI-cena

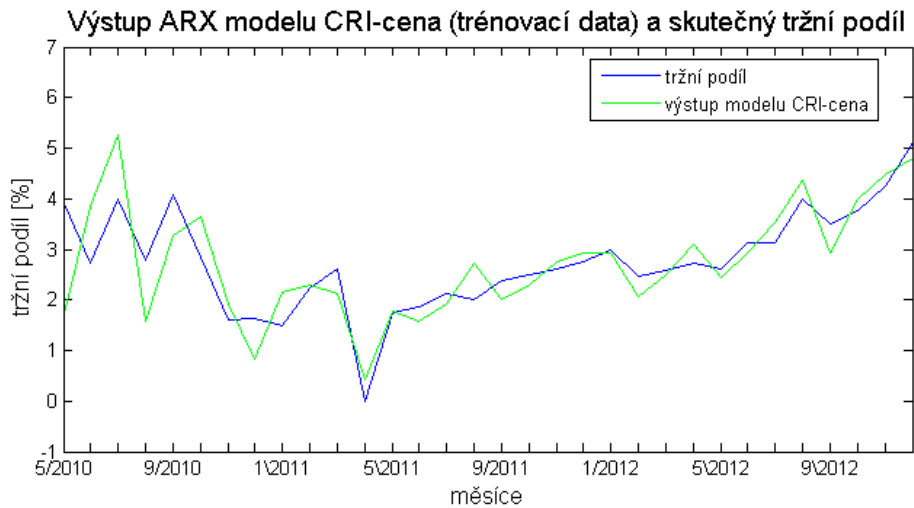
Pro ARX model nazvaný CRI-cena byly heuristickým testováním určeny následující polynomiální řády: $na=4$ $nb=[1\ 2\ 4\ 3\ 1\ 1\ 1\ 4\ 2\ 2]$ $nk=[1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 3\ 2\ 0\ 2\ 2]$

Parametry $A(z)$ a $B1(z)$ pro model CRI-cena se strukturou ARX a uvedenými polynomiálními řády ve schématu uvedených veličin vychází takto:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 + 0.5604z^{-1} + 0.3666z^{-2} + 0.08146z^{-3} - 0.3273z^{-4} \\
 B1(z) &= 0.1451z^{-1} \\
 B2(z) &= -1.242z^{-1} + 0.6878z^{-2} \\
 B3(z) &= 0.03816z^{-1} + 0.1854z^{-2} - 0.1777z^{-3} - 0.1548z^{-4} \\
 B4(z) &= 0.2185 + 0.9054z^{-1} + 0.4079z^{-2} \\
 B5(z) &= -0.4916 \\
 B6(z) &= 0.1545z^{-3} \\
 B7(z) &= 0.3421z^{-2} \\
 B8(z) &= -0.1092 + 0.217z^{-1} - 0.08841z^{-2} + 0.01103z^{-3}
 \end{aligned}$$

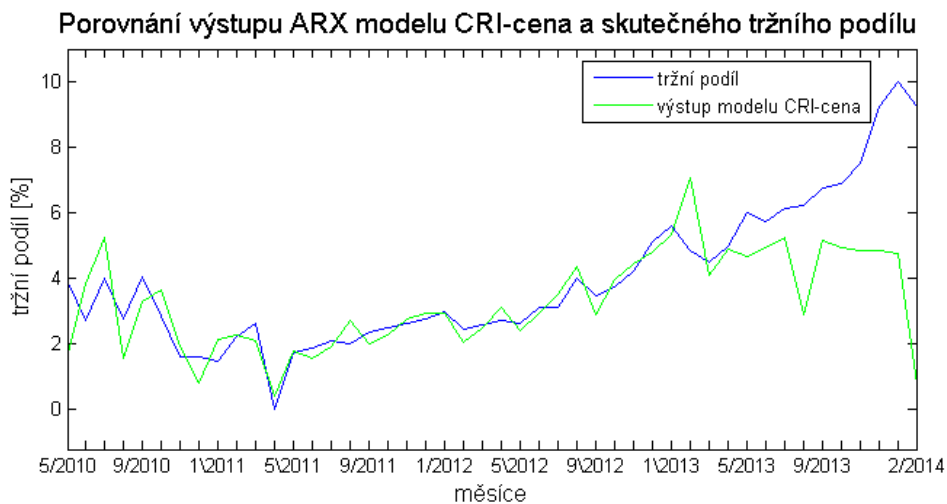
$$B9(z) = 0.218z^{-2} - 0.03215z^{-3}$$

$$B10(z) = 0.2173z^{-2} - 0.0932z^{-3}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **25**RMSE: **0.6735**

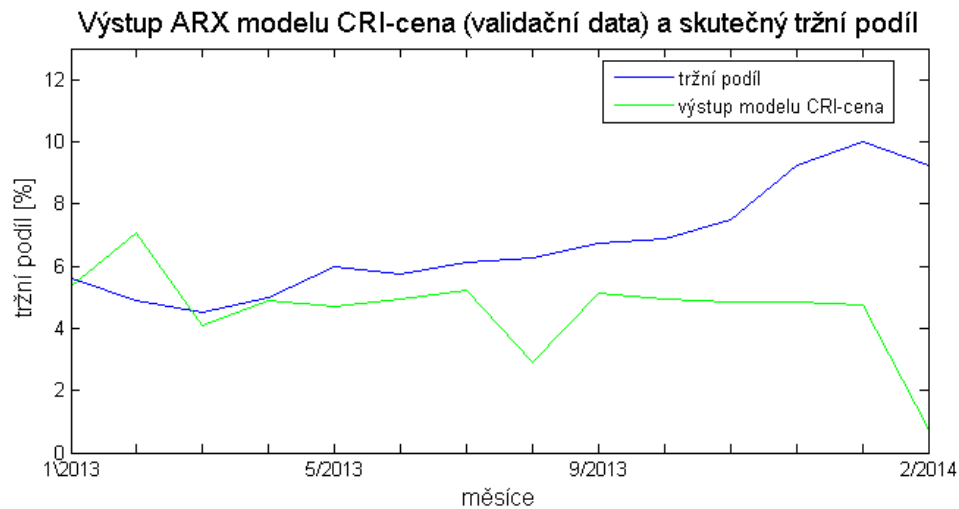
Obrázek 3.33: Výstup ARX modelu CRI-cena (trénovací data)

I ARX model s názvem CRI-cena dobře simuluje skutečný průběh tržního podílu automobilky na daném trhu pokud je natrénován pomocí trénovacích dat za uvedených podmínek. Výstup modelu je skutečným hodnotám velmi blízko (RMSE je 0.6735), viz graf 3.33.



Obrázek 3.34: Výstup ARX modelu CRI-cena (trénovací a validační data)

Při ověření tohoto ARX modelu nastává situace, kdy model je nastaven tak, aby velmi dobře odpovídal skutečným hodnotám při použití trénovacích dat, ale jeho platnost se na validačních datech nepotvrdí. Dochází k značným odchylkám mezi simulovaným výstupem a skutečnými hodnotami. Vyobrazení výstupu a tržního podílu v celém období, viz graf 3.34.



Obrázek 3.35: Výstup ARX modelu CRI-cena (validační data)

Detail zobrazení oblasti při použití validačních dat je na grafu 3.35. Odmocnina střední čtvercové chyby výstupu modelu od skutečného tržního podílu společnosti je 3.2913.

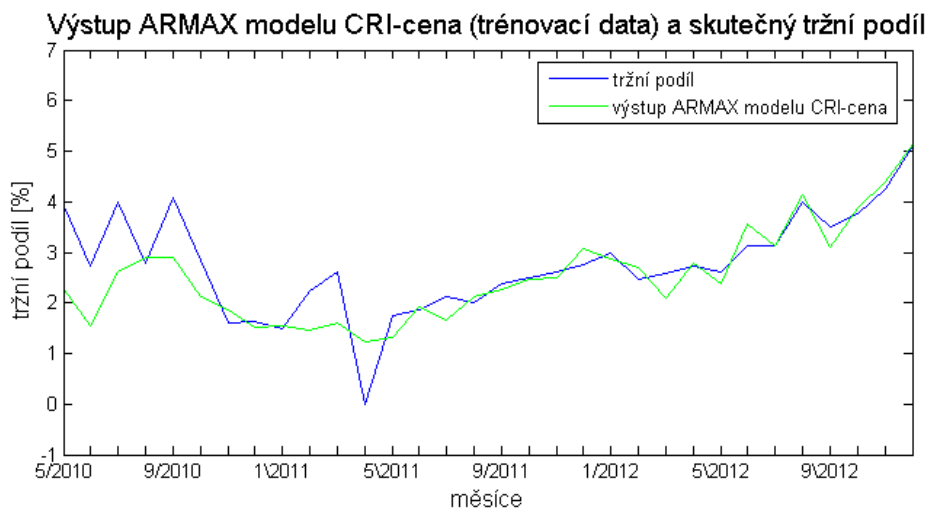
3.6.2 ARMAX CRI-cena

Pro model CRI-cena se strukturou ARMAX byly určeny jako nejvhodnější polynomiální řády: $na=4$ $nb=[1\ 2\ 4\ 3\ 1\ 1\ 1\ 4\ 2\ 2]$ $nc=1$ $nk=[1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 3\ 2\ 0\ 2\ 2]$

Parametry ARMAX modelu CRI-cena pro zvolené veličiny a za předpokladu platnosti základní rovnice a zvolených polynomiálních řádů:

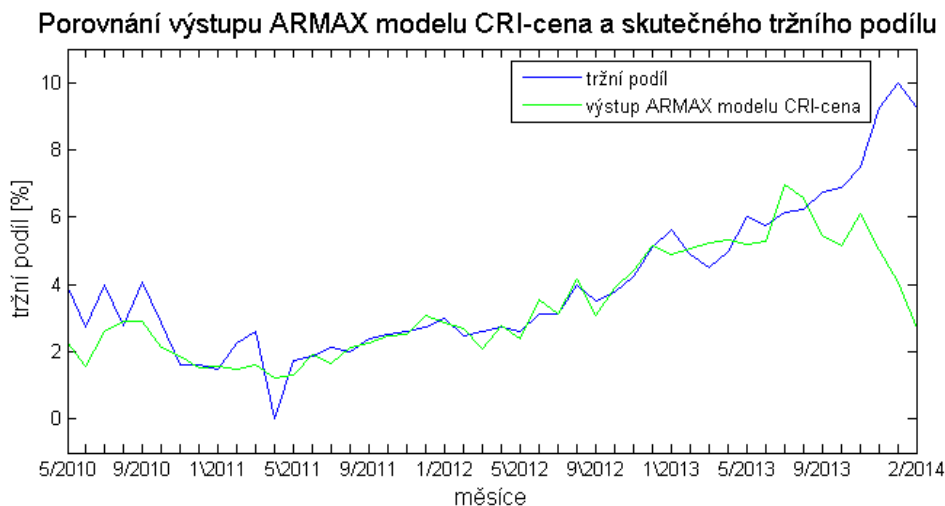
$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.1851z^{-1} + 0.1636z^{-2} + 0.1618z^{-3} - 0.5516z^{-4} \\
 B1(z) &= 0.589z^{-1} \\
 B2(z) &= -0.3587z^{-1} - 0.06476z^{-2} \\
 B3(z) &= -0.218z^{-1} - 0.04098z^{-2} - 0.1392z^{-3} - 0.2915z^{-4} \\
 B4(z) &= 0.328 + 0.275z^{-1} + 0.3747z^{-2} \\
 B5(z) &= -0.3014 \\
 B6(z) &= -0.1712z^{-3} \\
 B7(z) &= 0.04569z^{-2} \\
 B8(z) &= -0.05326 + 0.02868z^{-1} - 0.002483z^{-2} - 0.07309z^{-3} \\
 B9(z) &= 0.05523z^{-2} - 0.06541z^{-3} \\
 B10(z) &= 0.1465z^{-2} - 0.004657z^{-3}
 \end{aligned}$$

$$C(z) = 1 - z^{-1}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **26**RMSE: **0.6257**

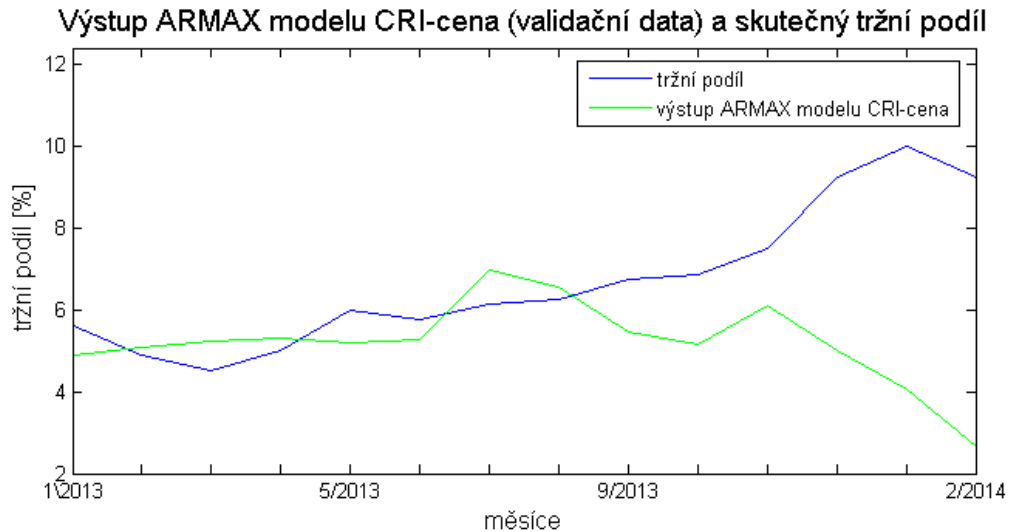
Obrázek 3.36: Výstup ARMAX modelu CRI-cena (trénovací data)

I ARMAX model byl nastaven a naučen tak, aby velmi dobře odpovídal hodnotám skutečného tržního podílu, a to hlavně na konci trénovacího období (RMSE dosahuje hodnoty 0.6257). Průběh výstupu při použití dat prvního (trénovacího) období a skutečných hodnot tržního podílu je na grafu 3.36.



Obrázek 3.37: Výstup ARMAX modelu CRI-cena (trénovací a validační data)

Na validačních datech se opět ukazuje, že i slibně vypadající model se může odchýlit od skutečných hodnot veličiny, a to hlavně ve vzdálenějších obdobích. Do srpna roku 2013 hodnoty skutečného tržního podílu a výstupu ARMAX modelu následují stejný trend a zásadně se neliší, viz graf 3.37.

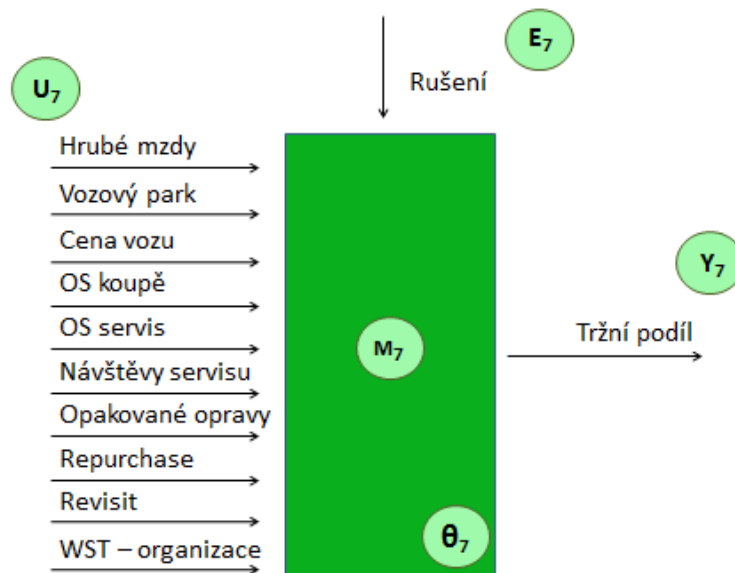


Obrázek 3.38: Výstup ARMAX modelu CRI-cena (validační data)

Detail shody modelu s realitou při použití validačních dat je na grafu 3.38. Odchylna výstupu modelu od reality je zde patrná. RMSE dosahuje hodnoty 2.7511.

3.7 Model Kvalita

Model Kvalita byl postaven na základě expertního odhadu druhého setu vstupních veličin, který by měl mít podstatný vliv na formování tržního podílu automobilky na trhu. Jako vstupní veličiny zde vystupují opět makroekonomická data, charakteristika vozového parku, všeobecná spokojenost při koupi i servisu a výsledky organizační části dílenských testů.



Obrázek 3.39: Schéma modelu Kvalita

3.7.1 ARX model Kvalita

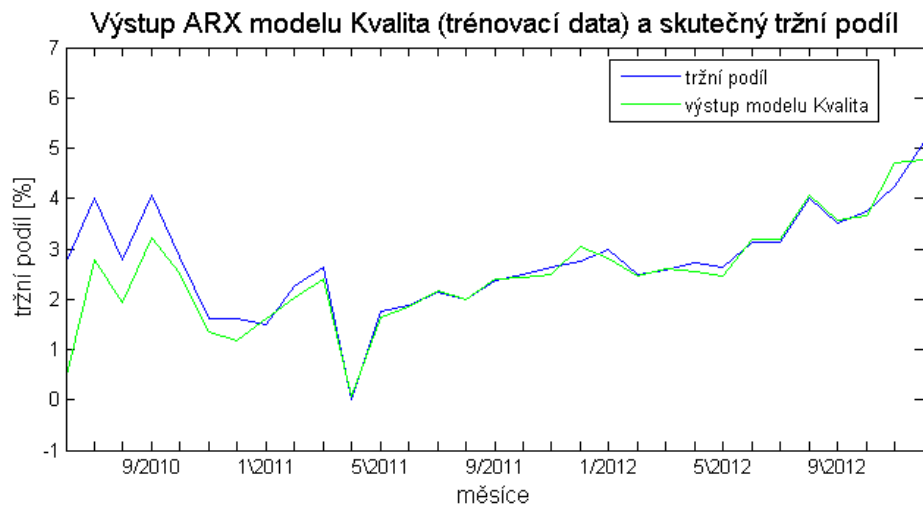
Pro model Kvalita se strukturou ARX byly heuristicky testovány polynomiální řády. Jako nejvhodnější byly zvoleny: $na=4$ $nb=[5\ 3\ 0\ 1\ 1\ 2\ 4\ 0\ 4\ 3]$ $nk=[1\ 1\ 1\ 0\ 3\ 2\ 0\ 1\ 1\ 1]$

Parametry pro ARX model Kvalita byly určeny tak, aby model při daných vstupech co nejlépe odpovídal skutečnému tržnímu podílu automobilky na trhu a respektoval určené polynomiální řády.

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.09569z^{-1} - 0.4365z^{-2} - 0.1665z^{-3} + 0.1137z^{-4} \\
 B1(z) &= -16.99z^{-1} + 27.4z^{-2} + 2.531z^{-3} - 16.43z^{-4} + 3.085z^{-5} \\
 B2(z) &= -1.546z^{-1} + 0.4042z^{-2} + 1.511z^{-3} \\
 B3(z) &= 0 \\
 B4(z) &= 0.2623 \\
 B5(z) &= -0.03305z^{-3} \\
 B6(z) &= -0.1168z^{-2} + 0.03823z^{-3} \\
 B7(z) &= 0.3929 + 0.05074z^{-1} + 0.1175z^{-2} - 0.05657z^{-3} \\
 B8(z) &= 0
 \end{aligned}$$

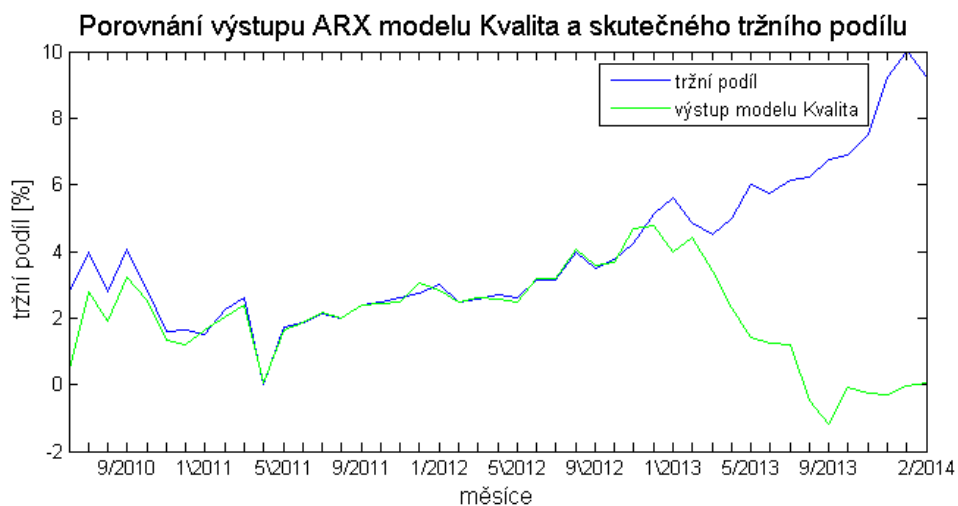
$$B9(z) = -0.3673z^{-1} + 0.04459z^{-2} + 0.02613z^{-3} + 0.0473z^{-4}$$

$$B10(z) = -0.04854z^{-1} + 0.1298z^{-2} - 0.2298z^{-3}$$

Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **27**RMSE: **0.5506**

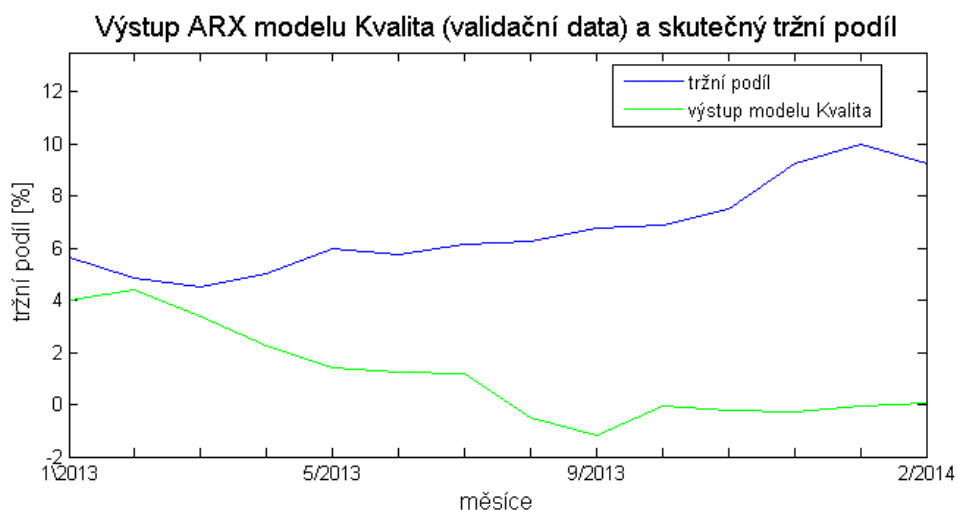
Obrázek 3.40: Výstup ARX modelu Kvalita (trénovací data)

ARX model Kvalita je nastaven na RMSE pouhých 0.5506 a dává tak podle předpokladu velmi dobrou shodu s tržním podílem v daném období, viz graf 3.40.



Obrázek 3.41: Výstup ARX modelu Kvalita (trénovací a validační data)

Po otestování modelu na validačních datech je však dosaženo vysoké odchylky od skutečných hodnot a model tedy není vhodnou aproximací systému. Odchylna výstupu modelu je patrná na grafech 3.41 a v detailu také na grafu 3.42. RMSE pro oblast validačních dat při použití ARX modelu Kvalita je 6.3804.



Obrázek 3.42: Výstup ARX modelu Kvalita (validační data)

Z nastavení nejvhodnějších polynomiálních řádů plyne, že při kombinaci vstupů, jakou se vykazuje ARX model Kvalita, nezáleží výstup modelu na průměrné ceně pořizovaného vozu a na indexu repurchase, který v sobě nese informaci o zákaznickově úmyslu znovu realizovat nákup u téhož dealera. Obzvláště eliminace vlivu ceny vozu na tržní podíl značky je značně překvapivá.

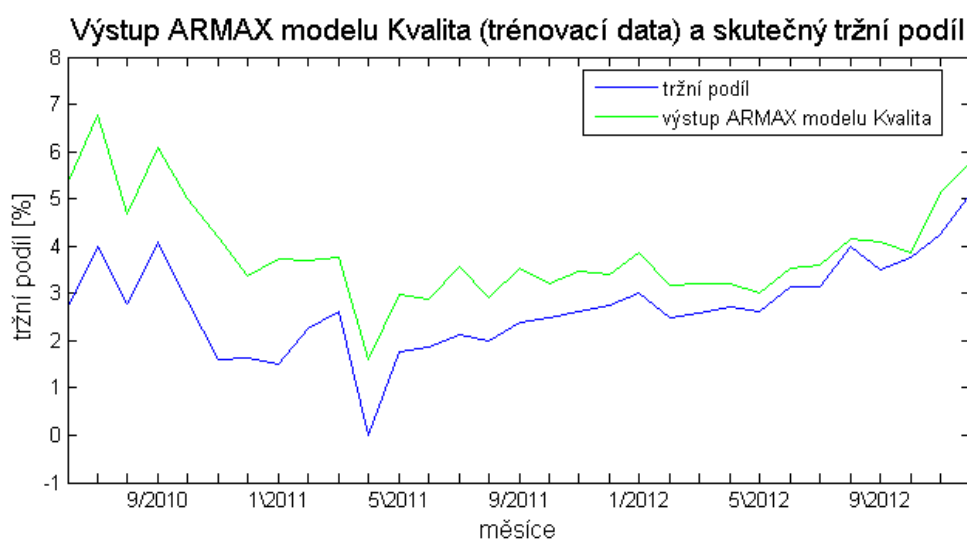
3.7.2 ARMAX model Kvalita

Pro model Kvalita se strukturou ARX byly heuristicky testovány polynomiální řády. Nejvhodněji zvolené: $na=4$ $nb=[5 \ 3 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 4 \ 0 \ 4 \ 4]$ $nc=2$ $nk=[1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 3 \ 2 \ 0 \ 2 \ 1 \ 1]$

Parametry ARMAX modelu Kvalita $A(z)$, $B(z)$ a $C(z)$ byly určeny při zadaných vstupních veličinách (schéma na obrázku 3.39) a za předpokladu platnosti základní rovnice takto:

$$\begin{aligned}
 A(z) &= 1 - 0.6284z^{-1} - 0.2906z^{-2} + 0.1651z^{-3} - 0.1469z^{-4} \\
 B1(z) &= -4.578z^{-1} + 6.98z^{-2} - 1.392z^{-3} - 12.23z^{-4} + 11.36z^{-5} \\
 B2(z) &= -0.9831z^{-1} + 0.4798z^{-2} + 0.7522z^{-3} \\
 B3(z) &= 0.001608 \\
 B4(z) &= 0.2407 \\
 B5(z) &= -0.2567z^{-3} \\
 B6(z) &= -0.05941z^{-2} - 0.0006167z^{-3} \\
 B7(z) &= 0.4449 - 0.0409z^{-1} + 0.06038z^{-2} - 0.03539z^{-3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B8(z) &= 0 \\
 B9(z) &= -0.3154z^{-1} + 0.3187z^{-2} - 0.1696z^{-3} + 0.1297z^{-4} \\
 B10(z) &= -0.04769z^{-1} + 0.1673z^{-2} - 0.1437z^{-3} + 0.03692z^{-4} \\
 C(z) &= 1 - 0.8468z^{-1} - 0.1532z^{-2}
 \end{aligned}$$

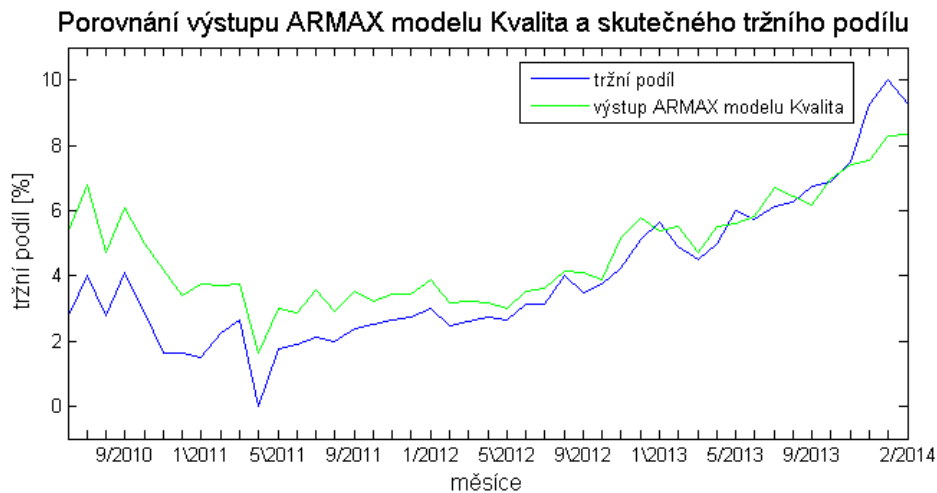
Vlastnosti modelu:Počet koeficientů: **31**RMSE: **1.3874**

Obrázek 3.43: Výstup ARMAX modelu Kvalita (trénovací data)

Poslední ARMAX model byl vytvořen s menším nárokem na přesnost v oblasti učicích dat. Na grafu 3.43 je patrné, že výstup modelu zde není zcela shodný se skutečnými hodnotami tržního podílu, přesto je zde však patrná podobnost obou křivek, přičemž rozdíly se s postupujícím časem zmenšují, což je žádoucí jev.

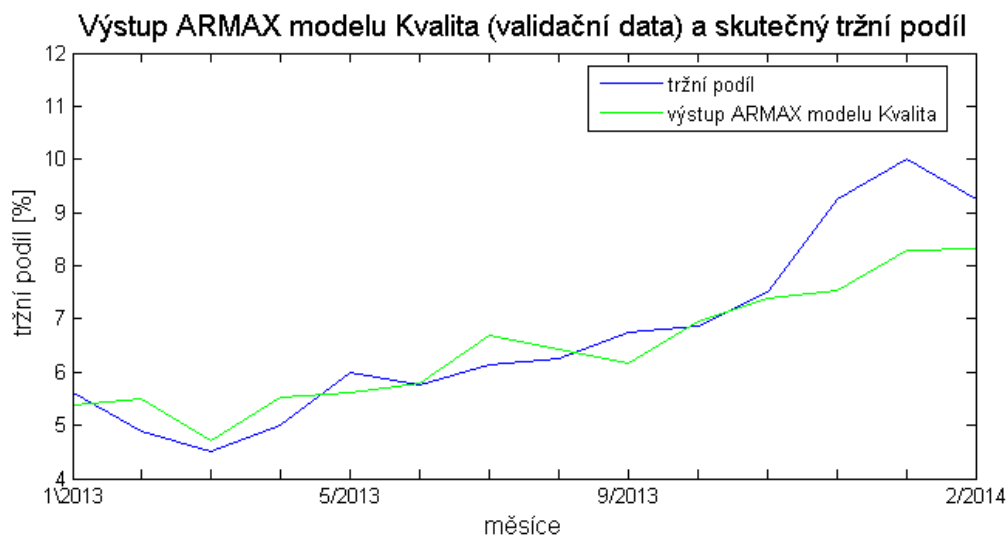
Trend zmenšování rozdílu mezi generovaným výstupem a skutečným tržním podílem pokračuje i při použití validačních dat a v dané oblasti je dosaženo velmi dobré shody, viz graf 3.45 nebo v detailu zaměřeném na oblast použití validačních dat graf 3.44.

ARMAX model Kvalita dosahuje velmi dobrých výsledků v porovnání se všemi vytvořenými modely a při použití validačních dat velmi dobře odpovídá skutečnému vývoji tržního podílu automobilky na trhu. Tento model dosahuje v oblasti validačních dat RMSE o velikosti 0.7725.



Obrázek 3.44: Výstup ARMAX modelu Kvalita (trénovací a validační data)

Vzhledem ke zvoleným polynomiálním řádům ARMAX modelu Kvalita je eliminována ze vstupů modelu veličina repurchase. Podle tohoto modelu nezávisí skutečný tržní podíl společnosti na zákazníkově úmyslu realizovat nákup příštího vozu u stejného dealera, což není v zásadním rozporu s úvodním předpokladem modelu.



Obrázek 3.45: Výstup ARMAX modelu Kvalita (validační data)

3.8 Vyhodnocení kvality modelů

Předchozí analýzou a výsledky simulací v bylo prokázáno, že tržní podíl společnosti není lehce modelovatelný při použití v první kapitole uvedených časových řad. Ačkoliv byly všechny modely logicky sestaveny tak, aby zachycovaly v automobilovém průmyslu všeobecně chápanou tvorbu tržního podílu, v některých případech (např. model Kombinované CRI) nebylo vůbec možné sestavit ani přibližně funkční model.

Seznam modelů, které lze považovat za alespoň přibližně funkční po otestování jejich vlastností na validačních datech (kritériem funkčnosti je odmocnina střední kvadratické odchylky v oblasti použití validačních dat):

Model	Struktura	RMSE (validační č.)
Prodej	ARMAX	0.3312
Cena	ARMAX	1.6093
Servis	ARX	1.8191
Servis	ARMAX	1.8831
Měkké ukazatele	ARMAX	1.0650
Kvalita	ARMAX	0.7725

Z ARX modelů byl pouze jeden schopný generovat alespoň trendově podobné výstupy ke skutečným hodnotám tržního podílu, a to ARX model Servis. Celkově se však i tento model dopouštěl značné chyby (RMSE pro časový úsek odpovídající validačním datům je 1.8191, viz graf 3.20, popř. graf 3.21). U modelové struktury ARMAX bylo dosaženo podstatně lepších výsledků. Za použitelné lze označit hned 5 ARMAX modelů. Za nevhodné byly označeny pouze ARMAX modely Kombinované CRI a CRI-cena, jejichž výstup se se skutečným vývojem tržního podílu značky zásadně neshodoval.

Dva nejlepší modely jsou ARMAX modely číslo Prodej a ARMAX model Kvalita. U obou modelů dochází k jen malým odchylkám po celou oblast validačních dat (RMSE je 0.3312 resp. 0.7725), a to bez přílišných výkyvů (viz grafy 3.6, 3.44 a 3.7, 3.45). Podle odmocniny střední kvadratické chyby je další v pořadí úspěšnosti model Měkké ukazatele, který velmi dobře sleduje skutečný tržní podíl po část období, nicméně s narůstajícím časem se začíná výrazně lišit (viz grafy 3.30 a 3.31) a při použití delší časové řady by pravděpodobně neuspěl.

Na základě prezentovaných průběhů simulací jednotlivých modelů a s přihlédnutím ke skutečnostem uvedeným v předchozím odstavci prohlašuji za nejlepší modely systému vlivu zákaznické spokojenosti a dalších ukazatelů na profitabilitu společnosti ARMAX modely Prodej a Kvalita.

3.9 Význam ukazatelů použitých v modelech

Pro vyhodnocení významnosti ukazatelů v modelech se budu soustředit na ukazatele obsažené v modelech v předchozí části vyhodnocených jako nejvhodnějších, tedy v modelech Prodej a Kvalita. Seznam všech použitých vstupních veličin pro jednotlivé modely je na obrázku 3.46.

		Modely						
	Vstupy	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Obecné	HDP na obyvatele	X					X	
	Nezaměstnanost			X				
	Index spotřebitelských cen		X	X			X	
	Reálné hrubé mzdy							X
	Vozový park	X				X		X
	Průměrné stáří vozů				X			
Prodej	Průměrná cena vozu	X					X	X
	CRI prodej		X		X		X	
	Všeobecná spokojenost při koupi			X		X		X
	Recommendation prodej					X	X	
	Repurchase	X				X		X
	Loajalita	X				X	X	
Servis	Počet průchodů				X			
	Návštěvy servisu		X		X			X
	Prodané hodiny na průchod				X			
	Platba za náhradní díly			X				
	Platba za práci			X			X	
	Platba na průchod		X					
	Opakované opravy			X	X			X
	CRI servis		X				X	
	Všeobecná spokojenost servis			X				X
	Recommendation servis					X	X	
	Revisit		X			X		X
	Workshoptest – organizační č.				X		X	X
Workshoptest – technická část				X		X		

Obrázek 3.46: Stavba všech modelů

Model Prodej měl za vstupní veličiny zvolené HDP na obyvatele, velikost vozového parku, cenu vozu, index udržení zákazníků v oblasti prodeje, ukazatel možnosti dalšího nákupu u stejné značky (repurchase) a loajalitu zákazníků ke značce.

Největší vliv měla na formování výstupu modelu shodného s reálným tržním podílem právě loajalita. Zásadní výkyvy v loajalitě zákazníků velmi silně ovlivní tržní podíl až na několik dalších období, proto je nutné se na její budování zaměřit.

Dalším významným faktorem byl shledán hrubý domácí produkt na obyvatele v předchozích obdobích (je zde časové zpoždění). Pokud je v zemi stabilní ekonomická situace a HDP na obyvatele je rostoucí, země tzn. obyvatelstvo bohatne a může se dovolit koupit vozu. Pozitivním signálem je, že při růstu HDP roste podíl koupených vozů značkový Green a tím pádem na úkor konkurence. Časové zpoždění HDP na obyvatele v modelu 1 má své opodstatnění, neboť obvykle chvíli trvá než je změna v HDP zaznamenána.

Stále podstatnými ukazateli ovlivňujícími v tomto modelu výstup byly cena vozu a ukazatel možnosti dalšího nákupu u stejné značky (repurchase). Důležitost ceny pro dnešní zákazníky není nutné zdůrazňovat. Zajímavý je fakt, že výstup modelu ovlivňují také ceny v předchozích obdobích a ne pouze cena aktuální. Dnešního zákazníka zajímá, jak se cena vyvíjela a jestli není možnost jejího dalšího snížení v příštích obdobích. Ukazatel možnosti dalšího nákupu zahrnutý do tohoto modelu má také významnou roli. Zákazník tedy už pravděpodobně při nákupu vozu ví (tuší), jestli další nákup vozu provede u téže značky.

Model Prodej je také významně ovlivněn indexem udržení zákazníků, ten ale ovlivňuje výstup pouze v daném konkrétním období a slabou mírou také v období předchozím, což zcela koresponduje s předpoklady prodejců vozů.

Model Kvalita byl vytvořen na základě expertního odhadu a zahrnuje následující veličiny: hrubé reálné mzdy, velikost vozového parku značky, cena vozu, všeobecná spokojenost při koupi a v servisu, počet návštěv v servisu, míra opakovaných oprav, ukazatel možnosti dalšího nákupu u stejné značky (repurchase) a další návštěvy servisu (revisit), výsledky organizační části dílenských testů.

Na první pohled je zřejmé, že se modely shodují ve vstupech cena vozu a repurchase, ačkoliv u modelu Kvalita jsou jejich koeficienty tak nízké (u repurchase dokonce 0), že by jejich nezahrnutí nenarušilo fungování modelu.

Nejvýznamnějším faktorem jsou zde reálné hrubé mzdy v pěti předchozích obdobích. Tento makroekonomický ukazatel dobře zachycuje ekonomický vývoj v zemi a podává tak cenné informace o koupěschopnosti obyvatel. Reálné hrubé mzdy ovlivňují disponibilní důchod zákazníků a ti pak mohou rozhodnout o koupi nového vozu ve prospěch značky Green.

Velmi silný vliv na tvorbu výstupu modelu mají také hodnoty ukazatelů revisit a výsledky organizační části dílenských testů. Spokojenost s opravou, která byla provedena kvalitně trvá i do dalších období a pokud se vyskytne další závada je zákazník přikloněn k variantě využít opět daného servisu, což má vliv na generování profitu servisem. Výsledky organizační části dílenských testů ovlivňují výstup modelu o něco méně, jsou ale stále důležité. Schopnost působit na zákazníky tak, aby měli důvěru v servis, byli stále dobře informovaní a jejich návštěva měla kvalitní organizaci je důležitá. Zákazník si pocit z návštěvy uchovává značně dlouho.

Dalšími ukazateli se značným vlivem na výstup modelu jsou velikost vozového parku a míra opakovaných oprav. Čím větší je vozový park značky Green v zemi, tím lepší je to pro značku reklama, která vede i ostatní potenciální zákazníky ke koupi vozu právě značky Green. Míra opakovaných oprav je velmi důležitým kvalitativním ukazatelem práce v servisu. Ostatní vstupní veličiny modelu Kvalita nemají zásadní vliv na jeho výstup, ale pomáhají doladit jeho fungování.

Kapitola 4

Závěr

Bakalářská práce s názvem Modelování vlivu zákaznické spokojenosti na profitabilitu společnosti se ve své teoretické části zabývá determinací veličin a ukazatelů, které mají vliv na profitabilitu společnosti. Tato data lze rozdělit do čtyř okruhů: makroekonomické veličiny, data z oblasti prodeje nových vozů, data z oblasti servisu a data charakterizující způsob tvorby profitu ve společnosti.

Druhá polovina teoretické části práce se zabývá teorií identifikace systému a postupem, jak lze identifikaci realizovat. Nabyté poznatky jsou pak uplatněny v praktické části práce.

Pro účely praktické části byly sbírány záznamy o vývoji veličin uvedených v první části práce po dobu 50 měsíců, aby tak vznikl soubor 36 trénovacích dat a 14 validačních dat. Období 36 měsíců bylo zvoleno s ohledem na studii nákupního chování provedeného na německém trhu v roce 2013. Dle výsledků studie se největší procento zákazníků rozhoduje o koupi vozu právě po uplynutí 36 měsíců od nákupu předchozího. Délka validačního období byla zvolena s ohledem na dostupnost dat na 14 měsíců.

Bylo vytvořeno sedm modelů, kterým byly přiřazeny soubory vstupních veličin dle různých předpokladů (jeden model byl například vytvořen s předpokladem, že zákazník je striktně orientován na cenu). Vnitřní struktura modelů byly následně identifikována pomocí vstupních dat. Modely byly otestovány na validačních datech. Na základě provedených testů pak byly vyškrtnuty modely, které se výrazně odchylovaly od skutečného vývoje tržního podílu a ostatní byly prohlášeny za vyhovující.

Z množiny vyhovujících modelů byly vybrány dva, které se jeví jako nejvhodnější pro simulaci tržního podílu a nenastává u nich zásadní odchylka od skutečného tržního podílu. Jedná se o model Prodej a model Kvalita (oba se strukturou ARMAX). V poslední části práce je stručně diskutován vliv veličin použitých v těchto dvou modelech.

Tato bakalářská práce ukázala, že je možné vytvořit model schopný simulovat vývoj tržního podílu automobilky na trhu, pokud je k dispozici dostatečný objem dat. Do budoucna by bylo zajímavé potvrdit platnost modelů na delším časovém období použití validačních dat a vytvořit také model kombinující oba modely prohlášené za nejvhodnější pro simulaci. Pro další zlepšení stávajících modelů by bylo vhodné využít korelační analýzu a eliminovat vstupní veličiny, které nemají podstatný vliv na tržní podíl společnosti, popřípadě přidat mezi vstupy jiné silně korelované veličiny.

Literatura

- [1] KLICNAROVÁ, Jana. EKONOMICKÁ FAKULTA, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Časové řady. 2008. Dostupné z [Navštíveno 3.2.2014]
- [2] LJUNG, L. System Identification Theory For the USER. New Jersey, 1987, 518 s. ISBN 01-388-1640-9.
- [3] BARTOŇ, A. Modely a modelování. 2012. Dostupné z: [Navštíveno 22.4.2014]
- [4] MASIERO, Chiara. Matlab System Identification Toolbox Quickstart: Department of Information Engineering University of Padova, Italy. 2012. Dostupné z: .
- [5] HAVLENA, V. Moderní teorie řízení. Praha: Ediční středisko ČVUT, Praha 6, Žitkova 4, 2000.
- [6] OATES, R. ARMAX for System Identification. The University of Nottingham, 2011. Dostupné z: [Navštíveno 29.4.2014]
- [7] WOODS, R. L., Modelling and simulation of Dynamic Systems, 1997, Prentice Hall.
- [8] NOSKIEVIČ, P., Modelování a identifikace systému, 1999, MONTANEX Ostrava.
- [9] GREEN Service department, Příručka zákaznické spokojenosti při prodeji a servisu, 2013.
- [10] BLATNÁ, D. Robustní přístup v lineární regresi (Praktické důvody pro použití robustní regrese). Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha, 2011, Kapitola 1.
- [11] DESTATIS.de, Statistisches Bundesamt. Bruttoinlandsprodukt 2013 für Deutschland. 2013.
- [12] ROUBAL, J. Model Identification (ARX, ARMAX, OE modely). Czech Technical University in Prague, 2009.
- [13] STATISTISCHES ÄMTER ES BUNDES UND DER LANDER. Verdienste – Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungsbereich. Bundes Republik Deutschland, 2013. Dostupné z: [Navštíveno 9.1.2014]
- [14] STATISTA. Der Statistik - Portal. Bundes Republik Deutschland, 2013. Dostupné z: [Navštíveno 12.1.2014]
- [15] STATISTISCHES BUNDESAMT, Wiesbaden, 2013.

- [16] KOTEK, Z. Kybernetika. SNTL 1990, 374 s., ISBN 8003005841.
- [17] KRAFTFAHRT BUNDESAMT. Fahrzeugzulassungen (FZ). Bundes Republik Deutschland, 2013. Dostupné z: [Navštíveno 19.2.2014]
- [18] SERVIS DEPARTMENT, Development report, 2010-2013, Interní zdroj automobilky Green.
- [19] SALES DEPARTMENT, Development report, 2010-2013, Interní zdroj automobilky Green.
- [20] Automobilka GREEN, Sustainability report, 2010-2013, Interní zdroj automobilky Green.
- [21] MATLAB, Documentation. ARX. The MathWorks Inc., 1994-2013.
- [22] HILL, N. How to measure customer satisfaction. Aldershot : Gower, 2003.

Příloha A

Obsah přiloženého CD

Bakalářská práce ve formátu pdf

Matlab kód použitých modelů