

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

MODEL SÁZKOVÉ KANCELÁŘE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

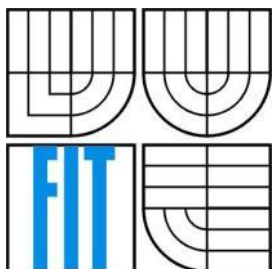
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETER MATÚŠKA

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

MODEL SÁZKOVÉ KANCELÁŘE

MODEL OF A BETTING OFFICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETER MATÚŠKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. LUKÁŠ GRULICH

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně - Fakulta informačních technologií

Ústav inteligentních systémů

Akademický rok 2007/2008

Zadání bakalářské práce

Řešitel: **Matúška Peter**

Obor: Informační technologie

Téma: **Model sázkové kanceláře**

Kategorie: Modelování a simulace

Pokyny:

1. Analyzujte fungování sázkové kanceláře jakožto ekonomického subjektu.
2. Navrhněte simulační model sázkové kanceláře. Model by měl obsahovat sázející, stát (daně), mělo by být možné nastavovat kurzové hladiny pro jednotlivé typy sázek.
3. Implementujte model ve zvoleném prostředí.
4. Testujte model, provádějte simulační experimenty. Výsledky prezentujte.

Literatura:

- Dle pokynů vedoucího.

Při obhajobě semestrální části projektu je požadováno:

- První dva body zadání.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování bakalářské práce naleznete na adrese <http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva bakalářské práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap (20 až 30% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Gulich Lukáš, Ing.**, UITS FIT VUT

Datum zadání: 1. listopadu 2007

Datum odevzdání: 14. května 2008

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií
Ústav inteligentních systémů
612 66 Brno, Pezotěchova 2

doc. Dr. Ing. Petr Hanáček
vedoucí ústavu

**LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO**

uzavřená mezi smluvními stranami

1. Pan

Jméno a příjmení: **Peter Matúška**
Id studenta: 78869
Bytem: Tulská 41, 960 01 Zvolen
Narozen: 27. 09. 1985, Žiar nad Hronom
(dále jen "autor")

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií
se sídlem Božetěchova 2/1, 612 66 Brno, IČO 00216305
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

.....

(dále jen "nabyvatel")

**Článek 1
Specifikace školního díla**

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
bakalářská práce

Název VŠKP: Model sázkové kanceláře
Vedoucí/školitel VŠKP: Grulich Lukáš, Ing.
Ústav: Ústav inteligentních systémů
Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

tištěné formě	počet exemplářů: 1
elektronické formě	počet exemplářů: 2 (1 ve skladu dokumentů, 1 na CD)

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti:
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.


Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel


.....
Autor

Abstrakt

Práca analyzuje stávkovú kanceláriu ako ekonomický subjekt. Ukazuje, ako vytvoriť jej model tak, aby bolo možné skúmať práve ekonomické vlastnosti tohoto subjektu vrátane vplyvov reklamy a kurzov na zákazníka. Popisuje implementáciu modelu pomocou jazyka C++ a simulačnej knižnice SIMLIB a v závere ukazuje výsledky experimentov s týmto modelom.

Kľúčové slová

stávková kancelária, simulácia, modelovanie, SIMLIB, model

Abstract

Document analyses the betting office as economic subject. It shows how to make its model good to watch economic properties of this subject including commercial and other influence on customers. It also shows implementation of this model in C++ programming language with SIMLIB simulation library and results of simulating and experiments with this model.

Keywords

betting office, simulation, model, SIMLIB, modelling

Citácia

Matúška Peter: Model sázkové kanceláre. bakalárska práca, Brno, FIT VUT v Brne, 2008.

Model stávkovej kancelárie

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením Ing. Lukáša Grulich. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

.....
Peter Matúška
10.5.2008

Pod'akovanie

Chcel by som pod'akovať vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Lukášovi Grulichovi za cenné rady a informácie, ktoré mi počas tvorby práce poskytoval a za jeho myšlienky a návrhy, ktoré mi často pomohli pohnúť sa v práci ďalej.

© Peter Matúška, 2008.

Táto práca vznikla ako školské dielo na Vysokom učení technickom v Brne, Fakulte informačných technológií. Práca je chránená autorským zákonom a jej použitie bez udelenia oprávnenia autorom je nezákonné, s výnimkou zákonom definovaných prípadov.

Obsah

Obsah	1
Úvod	2
1 Problematika stávkových kancelárií	3
2 Návrh modelu stávkovej kancelárie	4
2.1 Vlastnosti modelu	4
2.2 Stávková kancelária	4
2.3 Okolie stávkovej kancelárie, tipujúci	5
2.4 Tiket	5
2.5 Ako funguje model	5
2.6 Vplyv reklamy na tipujúcich	6
2.7 Vplyv kurzovej hladiny na tipujúcich	9
3 Implementácia modelu	13
3.1 Simulačný nástroj SIMLIB	13
3.2 Implementácia hlavných častí modelu	14
3.3 Konfiguračný súbor	17
4 Experimenty a štatistiky	18
4.1 Vplyv reklamy na hospodárenie stávkovej kancelárie	18
4.2 Vplyv kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej kancelárie	20
4.3 Maximálny zisk stávkovej kancelárie	21
4.4 Stratégia tipujúcich	23
4.5 Zhrnutie experimentov	24
5 Záver	25
5.1 Zhrnutie výsledkov	25
5.2 Vlastný prínos	25
5.3 Ďalší vývoj	25
Literatúra	26
Zoznam príloh	27
6 Prílohy	28
6.1 Príloha 1 – Užívateľský manuál k programu	28
6.1.1 Preklad zdrojového súboru a spustenie programu	28
6.1.2 Výstup programu	28
6.1.3 Chybové hlásenia	29
6.1.4 Konfiguračný súbor – parametre modelu	30
6.2 Príloha 2 - CD	32

Úvod

Cieľom tejto práce je vytvoriť čo možno najrealistickejší model stávkovej kancelárie, ktorého účelom je priblížiť a objasniť hospodárenie stávkovej spoločnosti. Model by mal zahŕňať všetky dôležité ekonomické závislosti a umožňovať nastavenie rôznych podmienok, za ktorých stávková kancelária funguje.

V jednotlivých častiach dokumentu sa oboznámime bližšie s pojmom stávková kancelária, vysvetlíme si jej funkčnosť a jej ciele. Ukážeme si ako vytvoriť jej model tak, aby bolo možné vhodným spôsobom upravovať a modelovať rôzne situácie a prostredia, v ktorých kancelária funguje. Zoznámime sa s nástrojmi, ktoré boli použité pri implementácii, ako i so samotnou implementáciou jednotlivých prvkov modelu. V závere overíme jeho funkčnosť za pomoci simulačných experimentov a ukážeme si, ako vplývajú konkrétne aspekty modelu na hospodárenie stávkovej spoločnosti.

1 Problematika stávkových kancelárií

Pre pochopenie problematiky stávkových kancelárií je dôležité si uvedomiť, čo to stávková kancelária je, na čo slúži a ako funguje. Stávková kancelária je spoločnosť, ktorá svojim zákazníkom umožňuje vyhrať určitý obnos peňazí v prípade, že správne tipnú výsledok nejakej dopredu známej udalosti. Touto udalosťou najčastejšie býva športové podujatie ako hokejový či futbalový zápas, ale tipujú sa výsledky aj iných udalostí ako titul miss, prezidentské voľby a podobne.

Princíp spočíva v tom, že tipujúci si vyberie požadovanú udalosť (prípadne viac udalostí) a tipne si jej výsledok. Každý možný výsledok udalosti je ohodnotený určitou hodnotou, ktorú voláme kurzová hladina. Táto kurzová hladina (viac kurzových hladín) sa potom vynásobí vkladom, ktorý chce tipujúci na tento tip vsadiť. Výsledkom je eventuálna výhra, ktorú stávková kancelária vyplatí v prípade výhry výhercovi. Všetky tipy spolu so vsadenou čiastkou a eventuálnou výhrou nazývame súhrnným slovom tiket. Stávková kancelária tento tiket zaregistruje a príjme od tipujúceho vsadenú čiastku. Ak boli tipy na tikete správne je povinná výhru uvedenú na tikete vyplatiť vlastníčkovi tohoto tiketu.

Príjmy stávkovej kancelárie sú založené výhradne na vkladoch tipujúcich, preto je dôležité ich prilákať. Na tento účel je v prvom rade vhodná reklama. Stávkové kancelárie často využívajú reklamu v podobe sponzorovania rôznych športových podujatí. Často sa na dresoch športovcov či v areáli podujatia objavujú nápisy a logá stávkových spoločností. Iným spôsobom na prilákanie zákazníka je ponúkať výhodnejšie kurzy pre tipujúcich, ktorých tak láka možnosť vyššej výhry. Dôležité je aj prostredie, v ktorom stávková kancelária funguje. Spoločnosť, ktorá má pobočky v prostredí, kde je málo potenciálnych zákazníkov, nezachráni ani dobrá reklama a výhodná kurzová ponuka.

Výdavky stávkovej kancelárie sú rôznorodé. V prvom rade musí spoločnosť v každom prípade vyplatiť výhry zákazníkom. Samozrejme musí platiť mzdy zamestnancom. Náklady na energie a prevádzku spoločnosti sú nevyhnutelné a dobrá reklama si tak isto žiada nemalé finančné prostriedky. No a v neposlednom rade je to daňová povinnosť voči štátu, v ktorom spoločnosť funguje. Sú situácie, keď sa daň stávkovým spoločnostiam odpustí, prípadne zníži, ak nejakým spôsobom podpora rozvoj kultúrnej, športovej alebo inej oblasti v krajine.

2 Návrh modelu stávkovej kancelárie

2.1 Vlastnosti modelu

Pri modelovaní stávkovej kancelárie ako ekonomického subjektu si musíme ujasniť, ktoré vlastnosti chceme skúmať a aké závislosti nás pri simulovaní budú zaujímať. Vzhľadom k tomu, že sa dívame na stávkovú kanceláriu ako na ekonomický subjekt, nás bude zaujímať hlavne finančná stránka modelu. Musí byť navrhnutý tak, aby bolo možné sledovať hospodárenie stávkovej kancelárie.

Je dôležité si uvedomiť, čo všetko má vplyv na príjmy a výdaje spoločnosti a ako ich môže ona sama ovplyvniť. Zvýšenie kurzových hladín určite povedie k vyššiemu počtu zákazníkov, ale na druhej strane aj k vyšším prípadným výhram tipujúcich. Lepšia, a teda i drahšia, reklama môže rovnako dobre poslúžiť na prilákanie zákazníka. Naopak, slabá reklama a nízke kurzové hladiny prilákajú tipujúcich skôr do konkurenčnej spoločnosti. Nemenej dôležitým aspektom je určite možnosť tipovania jednoduchých (jeden tip) či kombinovaných (dvojtip, trojtip a pod.) stávk. Kombinované stávky lákajú zákazníka vyššou výhrou, ale pravdepodobnosť úspechu takejto stávky s narastajúcim počtom tipov klesá, takže stávková kancelária má vyššie príjmy. Niektoré ekonomické aspekty však stávková kancelária ovplyvniť nemôže. Sú to napríklad odvody štátu (dane), či náklady na prevádzku spoločnosti (energie, platy). Náklady na prevádzku sa samozrejme dajú do určitej miery ovplyvniť, ale to nie je predmetom nášho modelu. Nás zaujíma hlavne vzťah stávkovej kancelárie k tipujúcim.

Model by teda mal zahŕňať všetky spomínané vlastnosti a závislosti. Tvoria ho tri entity, ktoré medzi sebou komunikujú a ovplyvňujú sa. Sú to entity stávková kancelária, okolie stávkovej kancelárie a tiket. V nasledujúcich podkapitolách sa na jednotlivé entity pozrieme bližšie.

2.2 Stávková kancelária

Je zrejmé, že najdôležitejšou entitou bude samotná stávková kancelária. Jej úlohou v modeli je prijímať a vyhodnocovať tikety tipujúcich.

Stávková kancelária má niekoľko atribútov, ktorými vplýva na svoje okolie, predovšetkým na tipujúcich. Patrí medzi ne reklama, kurzové hladiny, maximálny možný vklad a maximálny počet tipov na jednom tikete. Na základe týchto vlastností sa tipujúci rozhodujú pri zostavovaní svojho tiketu, koľko tipov dajú na tiket a aká bude vsadená čiastka. Výška kurzovej hladiny a reklama majú zase vplyv na návštevnosť kancelárie. Čím lepšia reklama a výhodnejšie kurzy, tým častejšie prichádzajú zákazníci. Tieto dva atribúty majú určitý vplyv aj na čiastku, ktorú zákazník v kancelárii utratí.

Okrem atribútov, ktorými stávková kancelária ovplyvňuje okolie, disponuje táto entita aj ďalšími vlastnosťami. Jedná sa hlavne o štatistické vlastnosti ako počet prijatých tiketov, príjmy kancelárie, výdavky na reklamu, výdavky na prevádzku, vyplatené výhry a podobne. Všetky tieto položky si kancelária s každým prijatým tiketom aktualizuje.

Ako sme už písali vyššie, hlavnou úlohou stávkovej kancelárie je prijímanie a vyhodnocovanie tiketu. Po jeho prijatí sa vklad automaticky pripíše v prospech spoločnosti a rozdelí sa podľa zadaných kritérií na podiel na reklamu, podiel na prevádzku a zvyšok sa pripíše na konto kancelárie. Tiket sa následne vyhodnotí a prípadná výhra sa oznámi tipujúcemu.

2.3 Okolie stávkovej kancelárie, tipujúci

Stávková kancelária potrebuje k úspešnému fungovaniu samozrejme zákazníkov, preto práve tipujúci sú ďalšou entitou nášho modelu. Dodávajú modelu život a funkčnosť. Ich úlohou je pravidelne navštevovať stávkovú kanceláriu a vytvárať tikety.

Frekvencia príchodov tipujúcich do kancelárie je ovplyvnená reklamou a kurzovými hladinami, ktoré stávková spoločnosť ponúka. Keď sa už zákazník rozhodne vsadiť, je pri tvorbe tiketu obmedzovanými počtom zápasov na jednom tikete, ktorý kancelária umožňuje. Jednotlivé stávkové príležitosti si vyberá sám náhodným generovaním s normálnym rozložením pravdepodobnosti. Hotový tiket predá kancelárii na vyhodnotenie a prípadnú výhru si pripíše na svoje konto.

2.4 Tiket

Entita tiket je akýmsi prostredníkom v komunikácii medzi stávkovou kanceláriou a tipujúcimi. V modeli je pasívna a udržuje len informácie potrebné na jej spracovanie a správne vyhodnotenie, medzi ktoré patrí vklad, počet stávkových príležitostí, výsledný kurz a výhra, ktorá by v prípade úspechu bola vyplatená tipujúcemu. Tikety vytvára tipujúci a zanikajú hneď po svojom vyhodnotení.

2.5 Ako funguje model

Oboznámili sme sa so všetkými entitami modelu a teraz si popíšeme, ako celý model funguje ako i ďalšie parametre, ktoré ho ovplyvňujú.

Na začiatku si stávková kancelária nastaví všetky svoje atribúty. Vynuluje vnútorné počítadlá a štatistiky a reklamou a kurzovou ponukou láka zákazníka. Tipujúci sa po príchode informuje v kancelárii aké má možnosti, koľko môže vsadiť a koľko príležitostí natipovať. Na základe týchto informácií následne vytvorí tiket, ktorý spolu so vsadenou čiastkou posunie stávkovej kancelárii na spracovanie. Tá vklad prerozdelení do príslušných položiek a vyhodnotí prijatý tiket. Výsledok

oznami tipujúcemu a vyplatí mu prípadnú výhru. V modeli sa potom nevykonáva žiadna aktivita, až kým do stávkovej kancelárie nedorazí nový zákazník a celý proces sa zopakuje.

K úspešnej prevádzke potrebuje stávková kancelária stratégiu, ktorá by prilákala dostatočný počet zákazníkov a produkovala požadovaný zisk. Takýchto stratégií môže byť hneď niekoľko. Spoločnosť sa môže vydať cestou veľkej reklamy a prilákať tak veľký počet tipujúcich. Veľká reklama však prináša veľké výdavky. Druhý spôsob prilákania zákazníkov je prostredníctvom kurzových hladín. Výhodné kurzy však znamenajú vyššie výhry a teda opäť vyššie výdavky. Zaujímavú úlohu hrá aj maximálny počet tipov na jednom tikete. Čím viac ich stávková kancelária umožňuje, tým menšia je pravdepodobnosť výhry takéhoto viac tipového tiketu. Je preto dôležité nájsť dobrú rovnováhu medzi všetkými týmito aspektami.

2.6 Vplyv reklamy na tipujúcich

Pretože vplyv reklamy a kurzovej hladiny na frekvenciu prichádzajúcich tiketov nie je vždy rovnaký, umožňuje model nastaviť aj tieto vlastnosti.

Niekedy stačí drobná zmena reklamy a dopad na návštevnosť je radikálny. Na druhej strane niekedy i veľká zmena reklamy návštevnosť razantným spôsobom neovplyvní. Podobne je to s vplyvom reklamy na výšku vkladu. Túto vlastnosť môžeme nazvať ako citlivosť prostredia na zmenu reklamy. Nech počet časových jednotiek medzi dvomi vygenerovanými tiketmi pred vplyvom reklamy je F_0 a vplyv reklamy je V_R . Keďže so zvyšujúcou sa reklamou sa bude čas medzi generovaním tiketov znižovať, môžeme vyjadriť túto závislosť nasledujúcou rovnicou, kde F je nová časová vzdialenosť medzi vygenerovanými tiketmi:

$$F = \frac{F_0}{V_R}$$

Rovnica 1

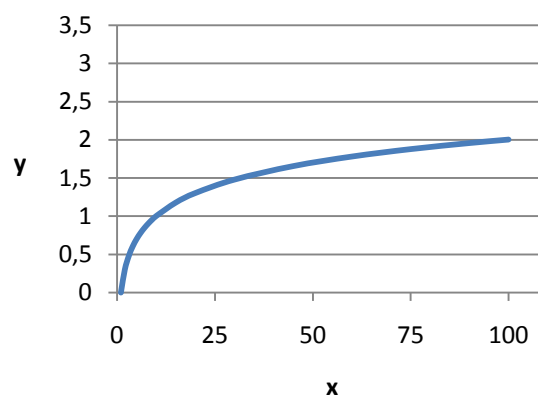
Hodnota V_R musí nadobúdať len kladné hodnoty a vyjadruje ju logaritmická funkcia reklamy R a koeficientov C_1 , C_2 a C_3 , ktoré umožňujú upraviť citlivosť vplyvu reklamy. Funkciu znázorňuje Rovnica 2.

$$V_R = C_1 \log_{10}(C_3 + C_2 R)$$

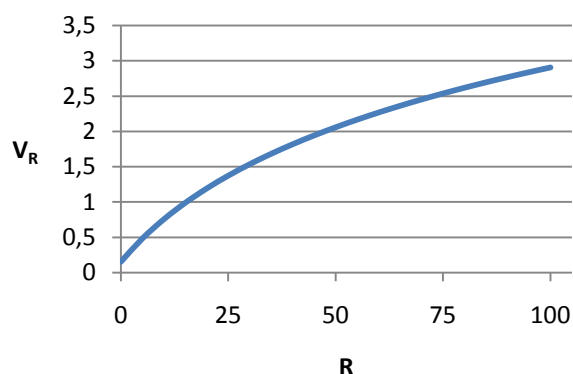
Rovnica 2

Keďže hodnota reklamy môže byť aj nulová, museli sme zabezpečiť, aby nedošlo k porušeniu definičného oboru logaritmu. Do rovnice sme pridali koeficient C_3 , pre ktorý platí, že $C_3 \geq 1,1$. Voľba koeficientov C_1 , C_2 a C_3 závisí na tom, či chceme, aby boli tipujúci veľmi citliví na zmenu reklamy alebo nie. Dôležité však je, že C_1 musí byť kladné číslo a C_2 nezáporné číslo. Tieto

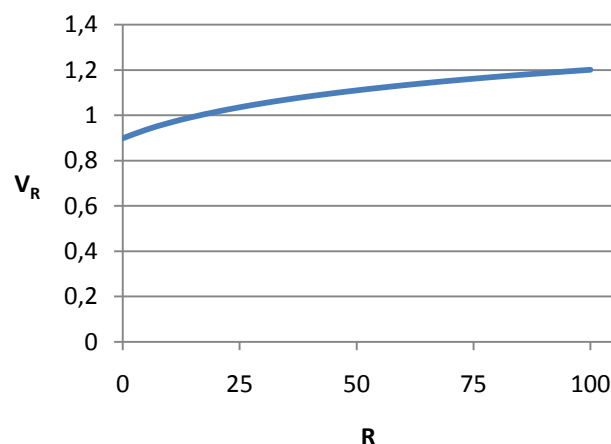
podmienky zabezpečia, že vplyv reklamy V_R bude vždy kladné číslo. Definičný obor reklamy $R \in < 0; 100 >$ sa snažíme koeficientami C_1, C_2, C_3 posunúť do tej časti logaritmickej krivky (Graf 1), ktorá nám najviac vyhovuje. Pred tým než koeficienty upravíme, je potrebné si stanoviť za akých podmienok stávková kancelária funguje. Predpokladajme teda, že pri odvodoch na reklamu $R = 15\%$ je časová vzdialenosť medzi prichádzajúcimi tiketmi $F_0 = 10$ časových jednotiek. Koeficienty potom nastavíme tak, aby sa práve pri hodnote $R = 15$ bol vplyv reklamy $V_R \cong 1$. V prípade, že chceme, aby boli tipujúci viac citliví na zmenu reklamy, musíme koeficienty nastaviť tak, aby malej zmene reklamy R odpovedala čo najväčšia zmena vplyvu V_R , ako to znázorňuje Graf 2, kde sú použité koeficienty $C_1 = 3,7, C_2 = 0,05$ a $C_3 = 1,1$. Naopak, keď chceme namodelovať prostredie menej citlivé na reklamu, tak musíme použiť iné koeficienty. V našom ukázkovom príklade, kde $R = 15\%$ a $F_0 = 10$, opäť krivku nastavíme tak, aby vplyv V_R pri $R = 15$ bol čo najbližší hodnote 1. Vhodné pre túto situáciu sa ukázali byť koeficienty $C_1 = 0,39, C_2 = 10$ a $C_3 = 200$ (Graf 3). Vidíme, že v takomto prostredí nemá veľký význam zvyšovať reklamu nad hodnotu $R = 15\%$, pretože už to ovplyvní tipujúcich len veľmi málo.



Graf 1: Logaritmická funkcia



Graf 2: Funkcia vplyvu reklamy – citliví tipujúci



Graf 3: Funkcia vplyvu reklamy - menej citliví tipujúci

Tabuľka 1 ukazuje ako sa s meniacou sa reklamou R mení časová vzdialenosť medzi prichádzajúcimi tiketmi F v citlivom a v menej citlivom prostredí (boli použité rovnaké koeficienty ako používa Graf 2 a Graf 3). Hodnoty F musia byť zaokrúhľované na celé čísla pretože, časové jednotky nemožno deliť.

Tabuľka 1: Vplyv reklamy na návštevnosť v citlivom a v menej citlivom prostredí na reklamu (R – reklama, V_R – vplyv reklamy, F – doba medzi dvomi vygenerovanými tiketmi)

R [%]	Citlivé prostredie		Menej citlivé prostredie	
	V_R	F	V_R	F
0	0,153153	65	0,897402	11
15	0,988535	10	0,992187	10
30	1,535401	6	1,052598	9
45	1,942666	5	1,097036	9
60	2,2673	4	1,132205	8
75	2,537244	3	1,161312	8
90	2,768296	3	1,186143	8

Reklama má vplyv aj na výšku vsadenej čiastky tipujúcich. Vzhľadom k tomu, že tu sa pri narastajúcej reklame aj vsadená čiastka zvyšuje, je tentokrát použitá priama úmera. Pri generovaní vkladu S sa vyberie číslo v rozsahu $< 20, S_{max} >$, pričom vklad je vždy násobkom čísla 10. Reklama vplýva práve na hodnotu S_{max} . Vzťah medzi maximálnou vsadenou sumou a vplyvom reklamy popisuje Rovnica 3, kde S_{max_0} vyjadruje maximálny vklad pred vplyvom reklamy.

$$S_{max} = V_R S_{max_0}$$

Rovnica 3

Samotný vplyv reklamy V_R sa vypočíta podľa rovnakého vzťahu, ako tomu bolo pri vplyve na návštevnosť (Rovnica 2). Rovnako ako tam, tak i tu si musíme stanoviť podmienky, z ktorých vychádzame. Nech pri reklame $R = 15\%$ je hodnota $S_{max_0} = 150$ Sk. Pri výbere koeficientov C_1, C_2 a C_3 sa preto musíme snažiť, aby pri reklame $R = 15$ bol vplyv reklamy $V_R \cong 1$. Po dosadení koeficientov rovnakých ako v predchádzajúcej tabuľke (Tabuľka 1) sme pre citlivé a menej citlivé prostredie na reklamu dostali hodnoty, ktoré znázorňuje Tabuľka 2.

Tabuľka 2: Vplyv reklamy na maximálnu vsadenú sumu v citlivom a v menej citlivom prostredí na reklamu (R – reklama, V_R – vplyv reklamy, S_{max} – maximálny vygenerovaný vklad)

R [%]	Citlivé prostredie		Menej citlivé prostredie	
	V_R	S_{max} [Sk]	V_R	S_{max} [Sk]
0	0,153153	20	0,897402	130
15	0,988535	150	0,992187	150
30	1,535401	230	1,052598	150
45	1,942666	290	1,097036	160
60	2,2673	340	1,132205	160
75	2,537244	380	1,161312	170
90	2,768296	410	1,186143	170

Vidíme, že napríklad pri reklame $R = 60\%$ sa bude vklad generovať na intervale $\langle 20; 340 \rangle$. V našom modeli sa dá nastaviť vplyv reklamy na návštevnosť nezávisle na vplyve reklamy na výšku vkladu. Experimentovaním s príslušnými koeficientami sa dá prakticky namodelovať ľubovoľná závislosť tipujúcich na vplyve reklamy. Pre úplnosť dodajme, že reklama nie je v modeli jediným faktorom ovplyvňujúcim návštevnosť a vsadenú čiastku. Výhodné, či nevýhodné kurzy dokážu rovnako ovplyvniť tieto vlastnosti.

2.7 Vplyv kurzovej hladiny na tipujúcich

Ako sme naznačili v kapitole 2.1, výška kurzov má v stávkovej kancelárii dôležitú úlohu. Zákazníka určite viac priláka ponuka s výhodnými kurzami. Preto je aj tento vplyv nutné začleniť do nášho

modelu. Treba však dodať, že výhodnejšie kurzy so sebou okrem vyššieho počtu zákazníkov a vyšších vkladov prinášajú aj vyššie výhry a teda vyššie výdavky spoločnosti.

Nech časová vzdialenosť medzi dvomi vygenerovanými tiketmi pred ovplyvnením je F_0 a vplyv kurzovej hladiny je V_K , potom výpočet novej časovej vzdialenosti F znázorňuje Rovnica 4.

$$F = \frac{F_0}{V_K}$$

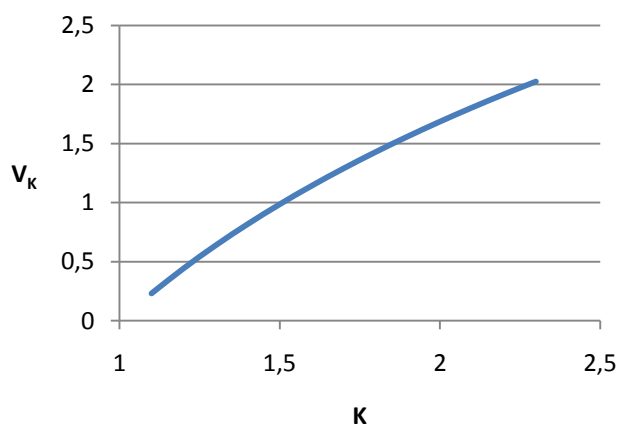
Rovnica 4

V našom modeli sa kurzy generujú s normálnym rozložením pravdepodobnosti so stredom v hodnote K , ktorá je nastaviteľná ako parameter modelu, pričom platí, že $K \geq 1,1$. Menšie kurzy by totiž nedávali zmysel. Vhľadom k tomu, že kurzy sa pohybujú v relatívne malom intervale (narozdiel od reklamy), vystačíme si pri vyjadrení vplyvu kurzov na tipujúcich len s dvomi koeficientami C_1 a C_2 , pričom platia podmienky, že $C_1 > 0$ a $C_2 \geq 0$. Vplyv na návštevnosť vyjadruje Rovnica 5, kde vplyv V_K je logaritmickou funkciou kurzovej hladiny K .

$$V_K = C_1 \log_{10}(C_2 + K)$$

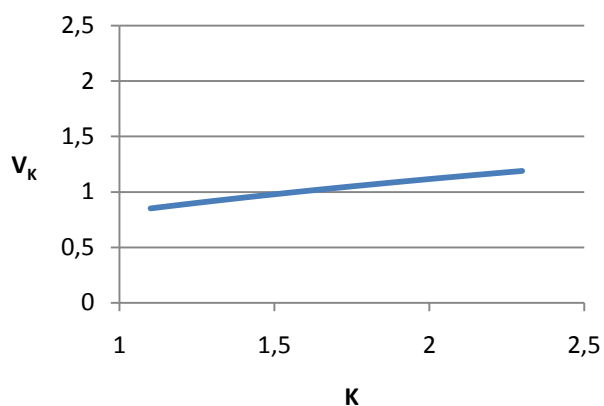
Rovnica 5

Rovnako ako pri reklame, i tu môžu byť tipujúci citlivejší alebo menej citlivejší na zmenu kurzovej hladiny. Predpokladajme, že pri kurzovej hladine $K = 1,5$ je doba medzi príchodmi dvoch tiketov $F_0 = 10$. Keď chceme namodelovať citlivé prostredie na zmenu kurzovej hladiny, musíme vybrať také vhodné koeficienty C_1 a C_2 , aby malej zmene kurzu K odpovedala veľká zmena vplyvu V_K . Pri výbere musíme dbať na to, aby pre hodnotu $K = 1,5$ bol vplyv $V_K \cong 1$. Ako vhodné sa ukázali byť napríklad koeficienty $C_1 = 5,6$ a $C_2 = 0$. Priebeh funkcie V_K s ich použitím znázorňuje Graf 4.



Graf 4: Funkcia vplyvu kurzovej hladiny – citliví tipujúci

Pre namodelovanie prostredia menej citlivého na zmenu kurzu sa môžu použiť napríklad koeficienty $C_1 = 2,05$ a $C_2 = 1,5$, tak ako to znázorňuje Graf 5. Všimnime si, že pre hodnotu kurzovej hladiny $K = 1,5$ je vplyv $V_K \cong 1$.



Graf 5: Funkcia vplyvu kurzovej hladiny - menej citliví tipujúci

Tabuľka 3 ukazuje ako sa časová vzdialenosť F mení v závislosti na zmene kurzovej hladiny K . Vidíme, že rozdiel medzi citlivým a menej citlivým prostredím je výrazný. Hodnoty F boli zaokrúhlené na celé čísla, pretože časové jednotky nemožno deliť.

Tabuľka 3: Vplyv kurzovej hladiny na návštevnosť v citlivom a v menej citlivom prostredí na zmenu kurzovej hladiny (K – kurzová hladina, V_K – vplyv kurzovej hladiny, F – doba medzi dvomi vygenerovanými tiketmi)

K	Citlivé prostredie		Menej citlivé prostredie	
	V_K	F	V_K	F
1,1	0,231799	43	0,850695	11
1,3	0,638083	15	0,916674	10
1,5	0,986111	10	0,978099	10
1,7	1,290514	7	1,035557	9
1,9	1,56102	6	1,089532	9
2,1	1,804428	5	1,14042	8
2,3	2,025676	4	1,188556	8

Rovnako ako reklama, aj kurzová hladina vplyva okrem návštevnosti aj na vsadenú čiastku. Pretože so zvyšujúcim sa kurzom sa zvyšuje aj maximálna vsadená suma, môžeme túto závislosť vyjadriť priamou úmerou, ktorú znázorňuje Rovnica 6.

$$S_{max} = V_K S_{max_0}$$

Rovnica 6

S_{max_0} vyjadruje maximálny vygenerovaný vklad pred vplyvom kurzovej hladiny, V_R je vplyv kurzovej hladiny a S_{max} je nový maximálny vygenerovaný vklad. Vplyv V_K je vyjadrený rovnakou závislosťou, ako popisuje Rovnica 5. Pri modelovaní tejto závislosti si opäť musíme určiť za akých podmienok stávková kancelária funguje. Predpokladajme, že pri kurzovej hladine $K = 1,5$, je maximálny vygenerovaný vklad $S_{max_0} = 150$ SK. Potom vplyv kurzovej hladiny na maximálny vygenerovaný vklad popisuje Tabuľka 4 (koeficienty C_1 a C_2 sa zhodujú s tými, ktoré používa Graf 4 a Graf 5). Hodnoty S_{max} boli zaokrúhlené na najbližší násobok čísla 10.

Tabuľka 4: Vplyv kurzovej hladiny na maximálnu vsadenú sumu v citlivom a v menej citlivom prostredí na kurzovú hladinu (K – kurzová hladina, V_K – vplyv kurzovej hladiny, S_{max} – maximálny vygenerovaný vklad)

K	Citlivé prostredie		Menej citlivé prostredie	
	V_K	S_{max} [Sk]	V_K	S_{max} [Sk]
1,1	0,231799	30	0,850695	120
1,3	0,638083	90	0,916674	130
1,5	0,986111	150	0,978099	150
1,7	1,290514	190	1,035557	150
1,9	1,56102	230	1,089532	160
2,1	1,804428	270	1,14042	170
2,3	2,025676	300	1,188556	170

Dodajme ešte, že vplyv kurzovej hladiny na návštevnosť je v modeli nastaviteľný nezávisle na vplyve kurzovej hladiny na výšku vkladu a vhodným nastavením príslušných koeficientov sa dá namodelovať prakticky ľubovoľná závislosť tipujúcich na kurzových hladinách. Vplyv reklamy sa s týmito vplyvmi neruší, naopak, navzájom sa dopĺňujú. Návštevnosť a maximálny vygenerovaný vklad ovplyvňuje teda aj reklama aj výška kurzovej hladiny.

3 Implementácia modelu

V tejto kapitole si priblížime implementáciu samotného modelu. Ukážeme si v akom simulačnom nástroji a jazyku je model vytvorený a pozrieme sa ako sú implementované kľúčové časti modelu. Ukážeme si, ako simulácia funguje a ako sa nastavujú jednotlivé parametre modelu popísané v kapitole 2.

3.1 Simulačný nástroj SIMLIB

Model je kompletne navrhnutý a implementovaný v jazyku C++ s využitím simulačnej knižnice SIMLIB (SIMulation LIBrary for C++).

Autorom knižnice je Dr. Ing. Petr Peringer a knižnica sa vyvíja od roku 1991 na Fakulte Informačných Technológií VUT v Brne. Je voľne sťahuteľná priamo zo stránok knižnice, na ktorých je k dispozícii aj kompletná dokumentácia [1]. Umožňuje vytvárať modely priamo v jazyku C++ s využitím nástrojov, ktoré knižnica ponúka. Aktuálna verzia umožňuje vytvárať diskrétnu, spojité i kombinované simulácie. Pre model stávkovej kancelárie je použitá práve diskrétna simulácia. Pri návrhu a vytváraní modelu pomocou SIMLIB knižnice sme vychádzali aj z poznatkov získaných z dokumentu Dr. Ing. Petra Peringera [2]. Program je odladený a preložiteľný na fakultnom serveri Merlin.

Na základe znalostí z dokumentu P. Peringera [2] môžeme diskrétnu simuláciu v SIMLIB zhrnúť nasledujúcimi vetami. Diskrétna simulácia s využitím knižnice SIMLIB je založená na kalendáre udalostí. Udalosť popisuje zmenu stavu diskrétneho systému. V našom modeli bude touto udalosťou vygenerovanie tiketu a jeho vyhodnotenie. Z hľadiska simulácie je udalosť nedeliteľná (atomická), to znamená, že sa vykoná buď celá, alebo sa nevykoná vôbec. Kalendár udalostí je usporiadaná datová štruktúra, ktorá uchováva aktivačné časy jednotlivých udalostí v diskretnom systéme. Každá udalosť v systéme si do tohoto kalendára naplánuje svoju ďalšiu aktiváciu. Algoritmus simulácie spočíva v tom, že sa z kalendára vždy vyberie prvý záznam, nastaví sa modelový čas podľa aktivačného času vybranej udalosti a vykoná sa naplánovaná udalosť. Tento cyklus sa opakuje dovtedy, kým je kalendár neprázdny, alebo sme neprekročili požadovanú dobu simulácie. V našom modeli bude touto pravidelnou udalosťou vygenerovanie tiketu, jeho vyhodnotenie a naplánovanie ďalšej aktivácie (príchod ďalšieho tiketu). SIMLIB nám na tento účel ponúka triedu `Event`. Pri simulácii budeme potrebovať generátory náhodných čísiel s rôznym pravdepodobnostným rozložením. V SIMLIB knižnici sú zahrnuté generátory s rovnomerným, normálnym a exponenciálnym rozložením pravdepodobnosti. To nám pri našom modeli bude vyhovovať.

3.2 Implementácia hlavných častí modelu

Každá entita modelu je implementovaná ako samostatná trieda. Stávkovú kanceláriu reprezentuje v programe trieda `Stavkova_kancelaria`, ktorá obsahuje konštruktor, niekoľko verejných metód a niekoľko privátnych premenných. Privátne premenné sú v nasledujúcom zozname:

- `int tikety` – počítadlo prijatých tiketov
- `int vyhry, int prehry` – počítadlá výherných a nevýherných tiketov
- `int max_vklad, int max_pocet_zapasov` – podmienky pre vytvorenie tiketu
- `double kurz` – referenčná kurzová hladina
- `double reklama, double prevadzka` – percento odvádzané na reklamu a prevádzku
- `double vydaje_reklama, double vydaje_prevadzka` – suma odvedená na reklamu a prevádzku
- `double prijmy, double kapital` – suma prijatých peňazí, aktuálny stav

Všetky atribúty sú privátne a teda z „vonku“ nedostupné. V prípade, že potrebuje tipujúci zistiť nejakú z týchto informácií, musí zavolať príslušnú metódu z nasledujúceho zoznamu:

- `int Reklama()` – vráti percento odvedené na reklamu
- `double Vydaje_reklama()` – vráti čiastku odvedenú na reklamu
- `int Vydaje_prevadzka()` – vráti čiastku odvedenú na reklamu
- `int Max_vklad(), int Max_pocet_zapasov()` – vrátia maximálny vklad a počet zápasov povolených na jeden tiket
- `int Tikety(), int Vyhry(), int Prehry()` – vracia počet tiketov celkovo, počet výherných a počet nevýherných tiketov
- `double Prijmy(), double Kapital()` – vráti sumu prijatých vkladov a aktuálny finančný stav

Špeciálnou metódou je metóda `bool Vyhodnot_tiket(Tiket*)`, ktorá ako parameter dostáva ukazovateľ na objekt triedy `Tiket`. Pri zavolaní tejto metódy sa ako prvé zvýši počítadlo tiketov. Z tiketu sa zistí vklad a hneď sa pripíše do príjmov. Z vkladu sa vypočíta odpovedajúca čiastka na reklamu a na prevádzku a zvyšok si spoločnosť pripíše do kapitálu. Tiket sa označí ako výherný. V závislosti na počte tipov na tikete sa v cykle pre každý tip vygeneruje náhodné číslo v rozsahu $< 0; 1 >$. Generovanie zabezpečuje funkcia `SIMLIBu Random()`, ktorá generuje čísla s rovnomerným rozložením pravdepodobnosti práve na intervale $< 0; 1 >$. V prípade, že číslo nie je menšie ako 0,66, tip je považovaný za správny. V opačnom prípade je tiket označený za nevýherný a ďalej sa už vo vyhodnocovaní jednotlivých tipov nepokračuje. V prípade výhry sa zvýši počítadlo

výherných tiketov a z kapitálu sa odpočíta výherná suma. Metóda vráti hodnotu `true`. V prípade nevýherného tiketu sa zvýši počítadlo prehratých tiketov a metóda vráti hodnotu `false`.

Pre úplnosť ešte spomenieme konštruktor triedy `Stavkova_kancelaria`. Ten dostáva ako parametre všetky hodnoty atribútov, ktoré sa nastavujú zvonku. Sú to `double KURZ_HLADINA`, `double KAPITAL`, `int MAX_VKLAD`, `int MAX_PO CET_ZAPASOV`, `double REKLAMA` a `double PREVADZKA`. Tieto parametre vloží do odpovedajúcich privátnych premenných, vynuluje všetky počítadlá tiketov (výherné, nevýherné a pod.) a vynuluje príjmy a všetky výdaje.

Entitu tipujúcich v programe reprezentuje trieda `Okolie`, ktorá je odvodená z verejnej `SIMLIB` triedy `Event`. Trieda je rozšírená o nasledujúce privátne atribúty:

- `double vyhry` – suma všetkých výhier tipujúcich
- `int pocetnost` – počet časových jednotiek medzi príchodmi dvoch tiketov
- `double vplyv_na_vklad` – číslo udávajúce ako bude ovplyvnený vklad
- `int max_pocet_zapasov`, `int max_vklad`, `double kurz` – tipujúci sem uloží podmienky stávkovej kancelárie pre vytvorenie tiketu a referenčnú kurzovú hladinu
- `Stavkova_kancelaria *SK` – ukazovateľ na objekt triedy stávková kancelária

Konštruktor triedy je jednoduchý. Okrem toho, že vytvorí objekt triedy `Okolie`, ešte vynuluje počítadlo celkovej vyhratej sumy. Metóda `void Vplyv()` sa používa na nastavenie vplyvu stávkovej kancelárie na okolie. Parametrami tejto metódy je početnosť `int F` a vplyv na vklad `double v`. Metóda tieto parametre uloží do odpovedajúcich privátnych premenných. Metóda `double Vyhry()` vráti čiastku, ktorú tipujúci spolu vyhrali a posledná pridaná metóda je `void Kancelaria(Stavkova_kancelaria*)`. Ako parameter sa do nej predáva odkaz na objekt triedy `Stavkova_kancelaria`, ktorý metóda uloží do odpovedajúcej premennej svojho objektu. Bude ho potrebovať pri vytváraní a posielaní tiketov do stávkovej kancelárie. Pomocou ukazovateľa si ešte zistí, čo kancelária ponúka (maximálny počet zápasov, maximálny vklad a referenčnú kurzovú hladinu) a zaznamená to do svojich odpovedajúcich premenných. Ako každá trieda odvodená od `SIMLIB` triedy `Event`, aj trieda `Okolie` disponuje metódou `void Behaviour()`. Ako sám názov napovedá, trieda `Event` reprezentuje udalosti. Z teórie diskretných simulácií je zrejme, že diskretná simulácia funguje na báze kalendára udalostí. Tieto udalosti sa do kalendára plánujú dopredu a kalendár ich postupne aktivuje. Keď príde takáto udalosť na rad, vykoná to, čo chce vykonať a zvyčajne naplánuje v kalendári svoju ďalšiu aktiváciu. Chovanie udalosti popisuje práve metóda `Behaviour()`. V našom modeli je touto udalosťou vygenerovanie nového tiketu. Metóda vytvorí nový objekt typu `Tiket` zavolaním príslušného konštruktoru tejto triedy a ukazovateľ na tento tiket potom použije ako parameter pri volaní metódy stávkovej kancelárie `Vyhodnot_tiket(Tiket*)`. Ak metóda vráti hodnotu `true`, tiket je výherný a

okolie si pripíše výhru na svoje konto. Svoju ďalšiu aktiváciu naplánuje o toľko časových jednotiek neskôr, ako určuje premenná `pocetnost`. Aktiváciu zariadi SIMLIB metóda `Activate(Time+pocetnost)`, kde `Time` je aktuálny čas simulácie a `pocetnost` je stávkovou kanceláriou ovplyvnená hodnota časovej vzdialenosti medzi príchodmi dvoch tiketov. Tu vidíme, ako reklama a kurzová hladina vplyva na návštevnosť. V prípade, že je premenná `pocetnost` menšia, tikety sa generujú častejšie a to sa prejaví ako väčší počet zákazníkov.

Posledná entita v modeli, tiket, je reprezentovaná v programe triedou `Tiket`. Medzi jej privátne atribúty patrí `int pocet_zapasov`, `int vklad`, `double vysledny_kurz` a `double vyhra`. Ich význam je zrejmý už z pomenovaní premenných. Ku každej privátnej premennej existuje odpovedajúca metóda, ktorá vráti jej obsah. Sú to metódy `double Vyhra()`, `int Vklad()`, `int Zapasy()` a `double Kurz()`. Najdôležitejším z pohľadu nášho modelu je však konštruktor tejto triedy. Má štyri parametre, ktorými sú `int MAX_POCET_ZAPASOV`, `int MAX_VKLAD`, `double kurz` a `double vplyv_na_vklad`. Po zavolaní konštruktoru sa ako prvý vygeneruje počet zápasov pre tiket. Generovanie zabezpečí SIMLIB funkcia `Uniform(L,H)`, ktorá generuje náhodné číslo s rovnomerným rozložením pravdepodobnosti na intervale $\langle L; H \rangle$. V našom prípade je dolná hranica intervalu 1 a hornú hranicu určuje parameter konštruktoru `int MAX_POCET_ZAPASOV`. Nasleduje vygenerovanie vkladu. Maximálny vklad, ktorý stanovuje stávková kancelária je len referenčná hodnota a môže byť ovplyvnená oboma smermi reklamou a referenčnou kurzovou hladinou. Hodnotu maximálneho vkladu a hodnotu vplyvu na tento vklad dostane konštruktor v parametroch `int MAX_VKLAD` a `double vplyv_na_vklad`. Vynásobením týchto parametrov vznikne nová horná hranica intervalu pre generovanie výšky vkladu. Dolná hranica je explicitne nastavená na hodnotu 20 korún. Generovanie opäť zariadi funkcia SIMLIBu `Uniform(L,H)`. Vklad musí byť násobkom čísla 10 takže sa vygenerované číslo musí patrične upraviť. Výsledný kurz tiketu sa nastaví na počiatočnú hodnotu 1,0 a v cykle sa vygeneruje toľko kurzov (tipov), koľko určuje premenná `pocet_zapasov`. Generovanie obstará SIMLIB funkcia `Normal(M,S)`, ktorá generuje náhodné čísla s normálnym rozložením pravdepodobnosti so stredom M a rozptylom S . Reálne sa kurzy pohybujú na intervale $\langle 1,1; 20 \rangle$, takže sa generuje dovedy, kým sa nevygeneruje číslo v tomto intervale. Správne vygenerovaným kurzom sa potom vynásobí výsledný kurz a pokračuje sa v generovaní, až kým sa nedosiahne potrebný počet tipov. Na záver sa vypočíta z výsledného kurzu a vkladu eventúálna výhra.

Dozvedeli sme sa definície jednotlivých tried programu a ich metód, takže prejdeme k funkcii modelu ako celku. V úvode si program nastaví všetky parametre modelu na východiskové hodnoty, alebo na hodnoty nastavené v konfiguračnom súbore. Pokiaľ všetko prebehne správne, program dosadí príslušné parametre modelu do logaritmickej rovnice vyjadrujúcej vplyv reklamy a kurzovej hladiny a vypočíta časovú vzdialenosť, s akou budú prichádzať tikety do kancelárie (uloží do premennej `pocetnost`) a vplyv na vklad tipujúcich (uloží do premennej `vplyv_na_vklad`).

Následne sa zavolá SIMLIB funkcia `RandomSeed()`, ktorá nastaví semienko do generátoru náhodných čísiel. Tým sa zaručí, že pri každom spustení programu sa budú generovať rôzne čísla. Potom sa nastaví dĺžka simulácie. Nasleduje vytvorenie objektu triedy `Stavkova_kancelaria` (objekt `SK`) a objektu triedy `Okolie` (objekt `tipujuci`). Potom sa na objekt `tipujuci` zavolá metóda `Vplyv()` a nastaví sa tak vplyv stávkovej kancelárie na tipujúcich. Tipujúci si potom metódou `Kancelaria()` zistí všetky potrebné údaje, aby mohol správne generovať a posielat' tikety do stávkovej kancelárie. Nasleduje aktivácia objektu `tipujuci` a spustenie simulácie SIMLIB funkciou `Run()`.

3.3 Konfiguračný súbor

Program akceptuje jeden voliteľný parameter a tým je názov konfiguračného súboru. Preklad zdrojového kódu je na tomto súbore nezávislý. Nastavujú sa v ňom všetky parametre modelu, ktoré je možné nastaviť.

Súbor sa skladá z dvojíc riadkov, kde jeden riadok je komentár k parametru a začína dvojznakom `--`. Celý takýto riadok je braný ako komentár a nemá žiadny špeciálny význam. Je možné ho i vynechať. V druhom riadku sa nastavuje hodnota samotného parametru modelu. Riadok vždy začína identifikátorom parametru, nasleduje medzera a hodnota parametru. Každý parameter má svoj jednoznačný identifikátor. Jeho správny zápis je kľúčový pre úspešné nastavenie požadovaného parametra. Všetky identifikátory, ich význam, východiskové a prípustné hodnoty sú uvedené v manuáli programu v kapitole 6.1. V kapitolách 2.6 a 2.7 sme definovali vzťahy, ktoré vyjadrujú vplyv reklamy a kurzovej hladiny na návštevnosť a výšku vkladu. Aby bolo možné nastaviť všetky tieto vplyvy nezávisle na sebe, sú v programe Rovnica 2 a Rovnica 5 implementované každá dvakrát so svojimi vlastnými koeficientami C_x , kde $x < 1; 10 >$. Nasledujúce rovnice používajú koeficienty presne tak, ako je to implementované v samotnom programe:

- Vplyv reklamy R na návštevnosť:

$$V_R = C_1 \log_{10}(C_3 + C_2 R)$$

- Vplyv referenčnej kurzovej hladiny K na návštevnosť:

$$V_K = C_4 \log_{10}(C_5 + K)$$

- Vplyv reklamy R na výšku vkladu:

$$V_R = C_6 \log_{10}(C_8 + C_7 R)$$

- Vplyv referenčnej kurzovej hladiny K na návštevnosť:

$$V_K = C_9 \log_{10}(C_{10} + K)$$

V prípade, že sa konfiguračný súbor zadaný pri spustení nenájde, alebo je niektorý parameter zadaný nesprávne, použijú sa východiskové hodnoty, ktoré sú explicitne nastavené v programe.

4 Experimenty a štatistiky

Táto kapitola prezentuje výsledky získané pri simulácii modelu, demonštruje závislosti, ktoré model implementuje a ukazuje finančné hospodárenie stávkovej kancelárie pri rôznych parametroch modelu. Ukážeme si vplyv reklamy a referenčnej kurzovej hladiny na hospodárenie spoločnosti, nájdeme parametre modelu, pri ktorých stávková kancelária dosahuje najvyššie zisky a vysvetlíme, prečo je dôležité, aby spoločnosť umožňovala viac tipov na jeden tiket.

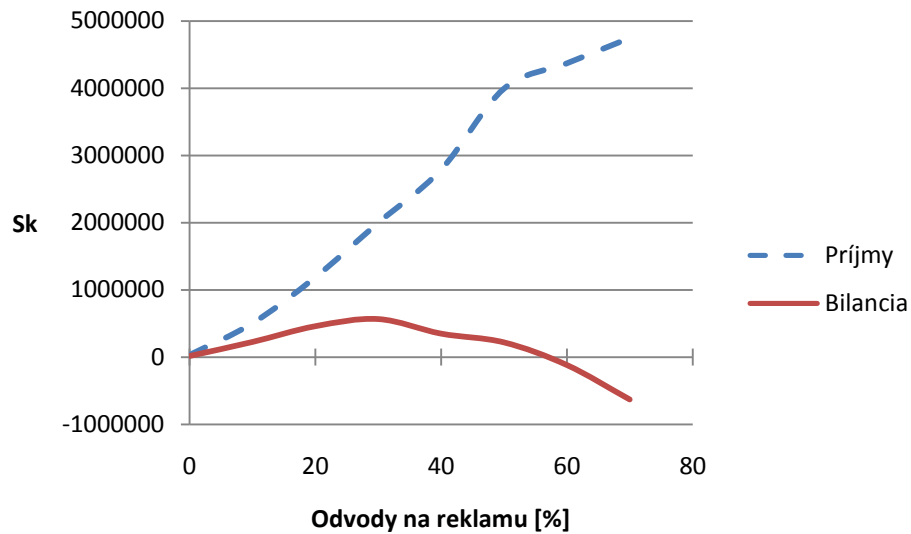
4.1 Vplyv reklamy na hospodárenie stávkovej kancelárie

V tejto kapitole budeme skúmať vplyv reklamy na hospodárenie stávkovej kancelárie. Ukážeme si aký vplyv má zmena reklamy na hospodárenie spoločnosti v citlivom a v menej citlivom prostredí na reklamu. Všetky experimenty ktoré sa v tejto kapitole popisujú majú nastavenú dobu simulácie na 100000 časových jednotiek, referenčná kurzová hladina má hodnotu 1,5, počiatočný kapitál spoločnosti je nulový, maximálny referenčný vklad je 150 Sk, maximálny počet zápasov na jeden tiket je 15, na prevádzku sa z každej prijatej čiastky odvedie 30 % a časová vzdialenosť medzi vygenerovaním dvoch tiketov pred akýmkoľvek ovplyvnením je 10 časových jednotiek. Koeficienty vplyvu kurzovej hladiny sú nastavené na hodnoty $C_4 = 5,6$, $C_5 = 0$, $C_9 = 5,6$ a $C_{10} = 0$. Pri referenčnej kurzovej hladine 1,5 sa vplyv kurzovej hladiny na návštevnosť i na výšku vkladu blíži číslu 1, čo nám umožňuje preskúmať vplyv samotnej reklamy bez ostatných vplyvov.

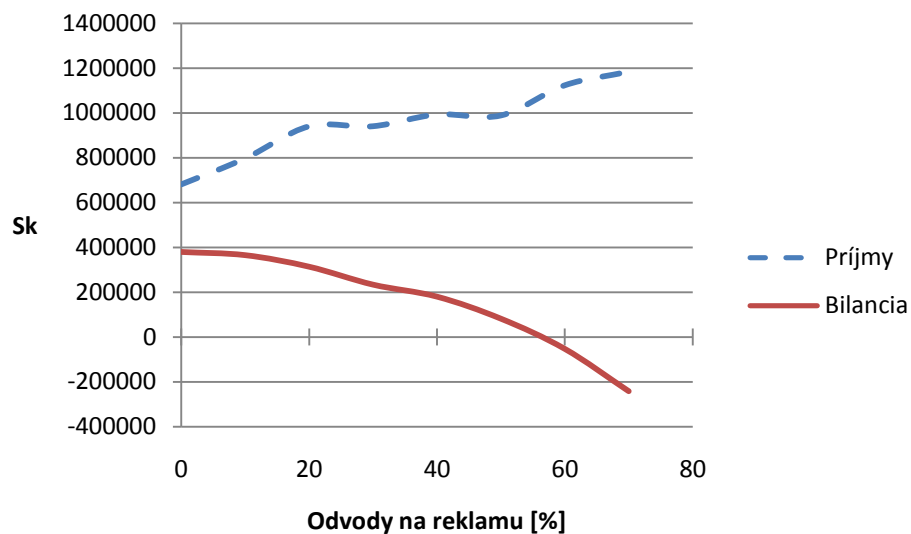
Uvažujme prostredie, ktoré je plne citlivé na zmenu reklamy. To znamená, že malá zmena reklamy ovplyvní výrazným spôsobom aj návštevnosť aj výšku vkladu. Aby sme namodelovali takéto prostredie, použijú sa koeficienty $C_1 = 3,7$, $C_2 = 0,05$, $C_3 = 1,1$ (vplyv na návštevnosť) a $C_6 = 3,7$, $C_7 = 0,05$, $C_8 = 1,1$ (vplyv na vklad). Graf 6 znázorňuje, aký vplyv má zmena reklamy na takéto prostredie. Reklamu sme tu zvyšovali od 0 až do 70 percent. Viac nebolo možné kvôli 30 percentným výdavkom na prevádzku. Vidíme, že príjmy síce so zvyšujúcou sa reklamou narastajú naozaj razantne, ale reklama nad 30 % sa už nevyplatí. Vzhľadom k tomu, že odvody na prevádzku sú 30 %, nezostane už dostatok financií na pokrytie výhier a dostatočný zisk. Pri hodnote reklamy 60 % sa dokonca spoločnosť dostáva do záporných čísiel. Ako optimálne riešenie v tomto prostredí je vhodné nastaviť odvody na reklamu na 30 %. Spoločnosť tak dosiahne za časovú dobu 100000 časových jednotiek zisk približne pol milióna korún.

Ako ďalší prípad uvažujme prostredie, ktoré je menej citlivé na zmenu reklamy. To znamená, že zmena reklamy ovplyvní návštevnosť a výšku vkladov len nepatrne. Ako vhodné koeficienty pre namodelovanie tohoto prostredia sme zvolili $C_1 = 0,39$, $C_2 = 10$, $C_3 = 200$ (vplyv

na návštevnosť) a $C_6 = 0,39$, $C_7 = 10$, $C_8 = 200$ (vplyv na vklad). Výsledný priebeh zobrazuje Graf 7.



Graf 6: Vplyv reklamy na hospodárenie stávkovej kancelárie v plne citlivom prostredí na reklamu



Graf 7: Vplyv reklamy na hospodárenie stávkovej spoločnosti v plne necitlivom prostredí na reklamu

Ako vidíme pri pohľade na Graf 7, v takomto prostredí spoločnosti zvyšovanie reklamy vôbec nepomôže, naopak, pridáva si zbytočné náklady navyše a celkovému hospodáreniu tým len škodí. Zisk kancelárie v tomto prostredí nepresiahol za dobu simulácie ani 400000 korún. V tomto prípade by bolo asi omnoho lepšie vydať sa inou cestou a to skúsiť zvyhodňovať kurzovú hladinu.

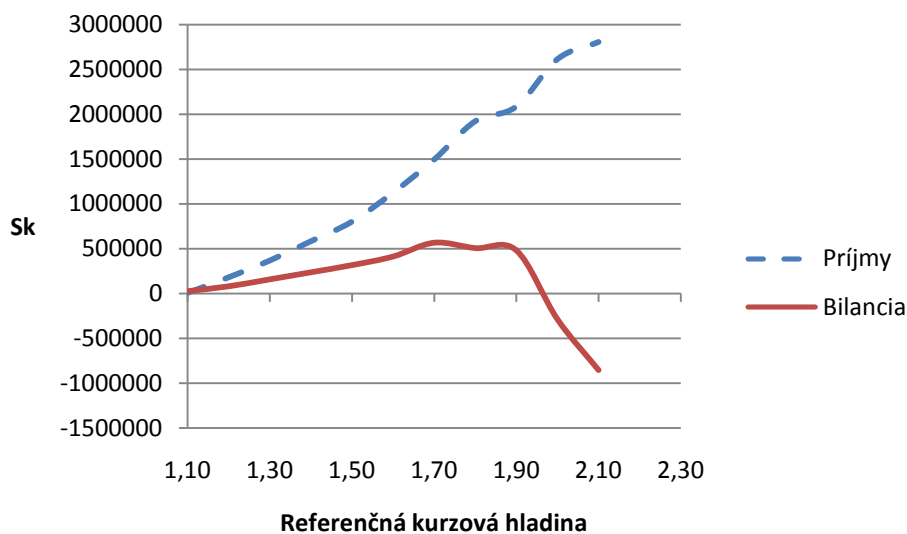
4.2 Vplyv kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej kancelárie

Táto kapitola popisuje výsledky simulácií, kde sme skúmali vplyv zmeny referenčnej kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej kancelárie. Je zrejmé, že výhodnejšie kurzy zvýšia príjmy stávkovej kancelárie, avšak prinášajú aj vyššie výhry. Všetky experimenty ktoré sa v tejto kapitole popisujú majú nastavenú dobu simulácie na 100000 časových jednotiek, odvody na reklamu sú 15 % z príjmov, počiatočný kapitál spoločnosti je nulový, maximálny referenčný vklad je 150 Sk, maximálny počet zápasov na jeden tiket je 15, na prevádzku sa z každej prijatej čiastky odvedie 30 % a časová vzdialenosť medzi vygenerovaním dvoch tiketov pred akýmkoľvek ovplyvnením je 10 časových jednotiek. Koeficienty vplyvu kurzovej reklamy sú nastavené na hodnoty $C_1 = 3,7$, $C_2 = 0,05$, $C_3 = 1,1$ (vplyv na návštevnosť) a $C_6 = 3,7$, $C_7 = 0,05$, $C_8 = 1,1$ (vplyv na vklad). Pri reklame 15 % sa vplyv reklamy na návštevnosť i na výšku vkladu blíži číslu 1, čo nám umožňuje preskúmať vplyv samotnej kurzovej hladiny bez ostatných vplyvov.

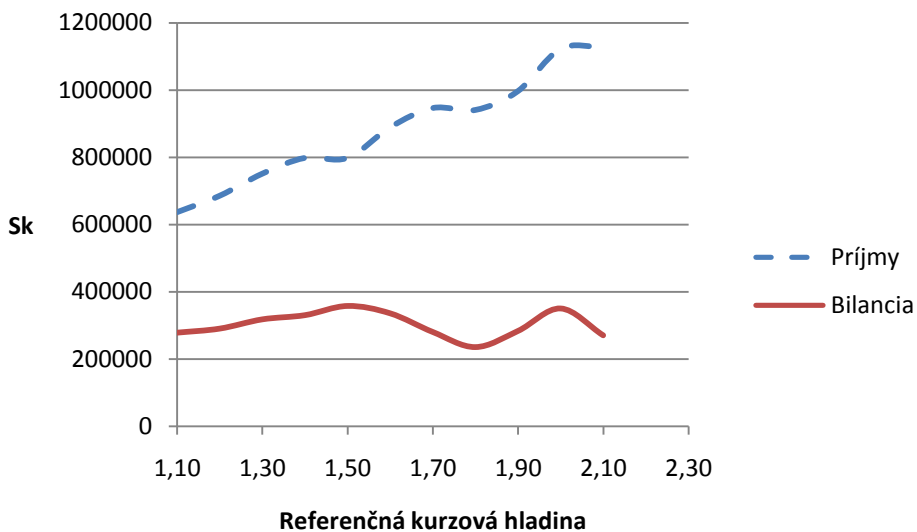
Pri prvej simulácii uvažujme prostredie, ktoré je plne citlivé na zmenu referenčnej kurzovej hladiny. Pripomeňme, že tipujúci generujú kurzy s normálnym rozložením pravdepodobnosti so stredom práve v spomínanej referenčnej kurzovej hladine. V takomto prostredí aj malá zmena kurzovej hladiny má výrazný vplyv ako na návštevnosť, tak i na výšku vkladu. Pre namodelovanie takéhoto prostredia sú vhodné napríklad koeficienty $C_4 = 5,6$, $C_5 = 0$ (vplyv na návštevnosť) a $C_9 = 5,6$, $C_{10} = 0$ (vplyv na vklad). Hospodárenie spoločnosti za týchto podmienok znázorňuje Graf 8. Treba však dodať, že sa na tento graf nemôžeme úplne spoľahnúť. So zvyšujúcou sa kurzovou hladinou rastú aj výhry zákazníkov. Keďže zo všetkých podaných tiketov určité percento bude výherných, existuje riziko, že vyhrajú práve tikety s vysokými výhrami, čo by malo značný negatívny dopad na hospodársky výsledok spoločnosti. Pri simulovaní týchto podmienok boli pri opakovanom spustení modelu s rovnakými parametrami takmer vždy značné výkyvy práve vo vyplatených výhrach. Preto sme pre každé nastavenie odsimulovali model niekoľko krát, aby sme minimalizovali práve tieto výkyvy. Bohužiaľ ich nejde odstrániť úplne, pretože šťastie tipujúcich sa ovplyvniť nedá. Výkyvy sa zväčšujú so zvyšujúcou sa kurzovou hladinou, takže ako rozumné východisko pre stávkovú kanceláriu je držať referenčnú kurzovú hladinu pod hodnotou 1,9.

Predstavme si inú situáciu. Prostredie je plne necitlivé na zmenu kurzu, teda pri zmene kurzu je nárast počtu zákazníkov minimálny a výška vkladu sa tak isto zmení len nepatrne. Aby sme namodelovali takéto prostredie, použijeme koeficienty $C_4 = 2,05$, $C_5 = 1,5$ (vplyv na návštevnosť) a $C_9 = 2,05$, $C_{10} = 1,5$ (vplyv na vklad). Výsledok znázorňuje Graf 9. Vidíme, že v takomto prostredí nemá žiadny význam zvyšovať kurzovú hladinu, pretože to neprináša očakávaný nárast zisku kvôli vyšším stratám za vyššie výhry. V tomto prípade nárast zákazníkov nie je taký zreteľný a ani vklady sa nezvýšili markantne. Stále sa však pri simulácii neraz stalo, že stávková kancelária skončila

niekoľko sto tisíc korún v mínuse vďaka šťastným tipujúcim, ktorí vyhrali práve tikety s vysokými výhrami. Tieto výkyvy sú časté hlavne pri zvyšovaní kurzovej hladiny nad hodnotu 1,9.



Graf 8: Vplyv referenčnej kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej kancelárie v plne citlivom prostredí na zmenu referenčnej kurzovej hladiny



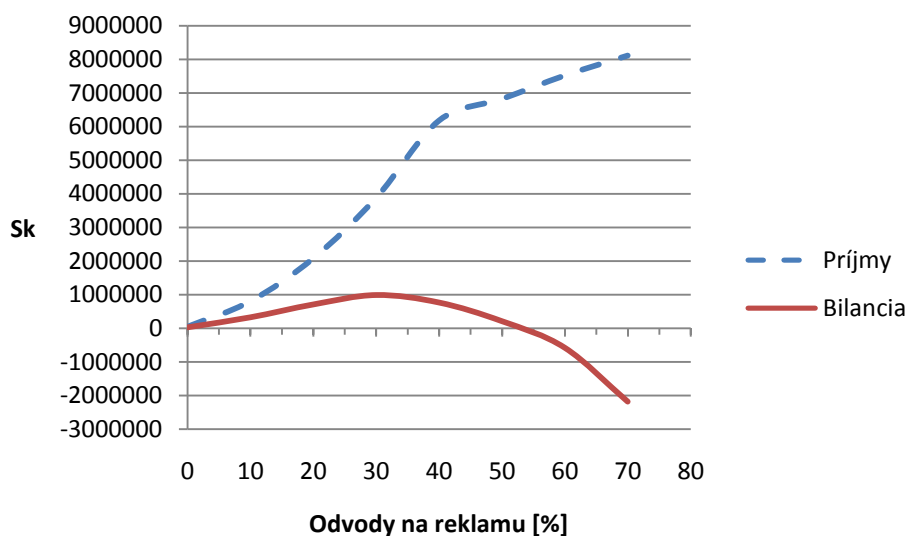
Graf 9: Vplyv referenčnej kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej kancelárie v plne necitlivom prostredí na zmenu referenčnej kurzovej hladiny

4.3 Maximálny zisk stávkovej kancelárie

V kapitolách 4.1 a 4.2 sme si ukázali, aký je vplyv reklamy a referenčnej kurzovej hladiny na hospodárenie stávkovej spoločnosti. Ukázalo sa, že výrazne záleží na prostredí, v akom stávková kancelária funguje. Do určitej miery však je možné zvýšiť zisk stávkovej kancelárie. V tejto kapitole

si ukážeme, aký maximálny zisk je možné získať pri skombinovaní vplyvu reklamy a vplyvu referenčnej kurzovej hladiny.

Uvažujme prostredie, ktoré je plne citlivé na reklamu a súčasne plne citlivé na referenčnú kurzovú hladinu. Je logické, že v menej citlivom prostredí nikdy nebude väčší zisk ako v citlivom prostredí, preto práve na toto prostredie sa zameriame. Teda s malou zmenou reklamy alebo s malou zmenou kurzovej hladiny sa znateľne zmení návštevnosť aj výška vkladu na tikete. K namodelovaniu takéhoto prostredia sú vhodné koeficienty pre vplyv reklamy $C_1 = 3,7$, $C_2 = 0,05$, $C_3 = 1,1$ (vplyv na návštevnosť) a $C_6 = 3,7$, $C_7 = 0,05$, $C_8 = 1,1$ (vplyv na vklad) a pre vplyv kurzovej hladiny $C_4 = 5,6$, $C_5 = 0$ (vplyv na návštevnosť) a $C_9 = 5,6$, $C_{10} = 0$ (vplyv na vklad). Už pri pohľade na Graf 6 a Graf 8 sa dá predpokladať, aké hodnoty reklamy a aká referenčná kurzová hladina budú pre stávkovú kanceláriu najvhodnejšie k dosiahnutiu maximálneho zisku. Vzádom k tomu, že zvyšovanie kurzu nad hodnoty 1,8 prináša riziko a nestabilitu hospodárenia kancelárie, vyberieme ako ideálnu hodnotu referenčnej kurzovej hladiny kurz 1,7 a budeme sledovať, ako sa s takýmto kurzom pri meniacej sa reklame bude spoločnosti dariť. Graf 10 dokazuje, že v tomto prostredí sa dá vhodnou kombináciou reklamy a referenčnou kurzovou hladinou dosiahnuť maximálny zisk. V našom prípade je to pri kurzovej hladine 1,7 a odvodoch na reklamu 30 – 35 %, kedy sa zisk predajne za simulované časové obdobie vyšplhal takmer na milión korún.

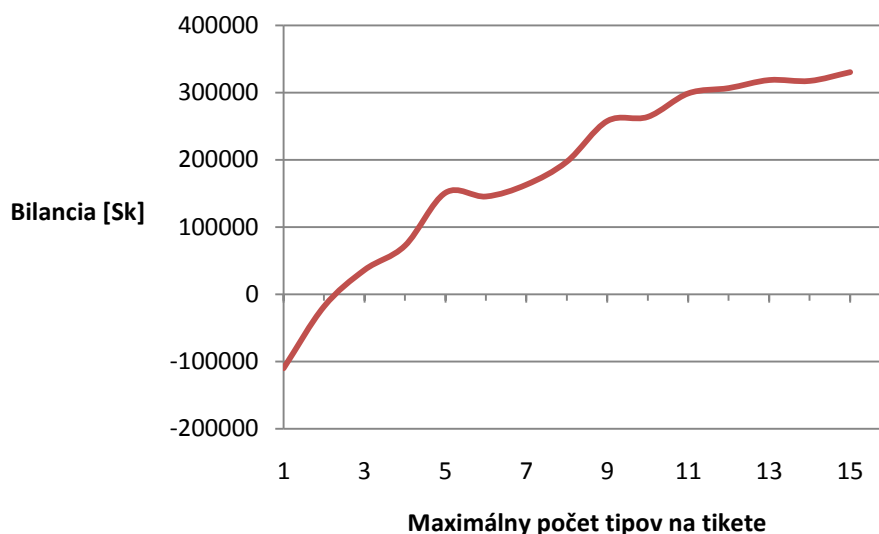


Graf 10: Kombinácia vplyvu reklamy a vplyvu kurzovej hladiny na tipujúcich – hľadanie maximálneho zisku

4.4 Stratégia tipujúcich

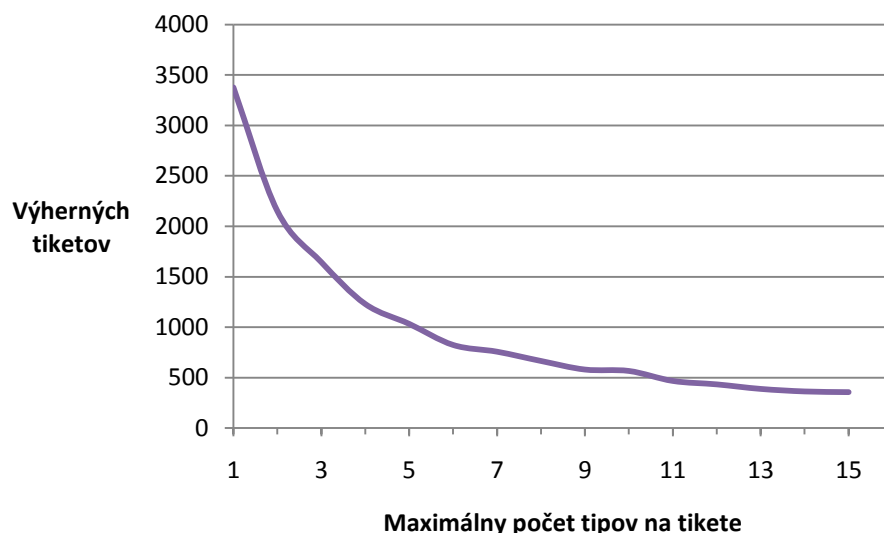
Zaujímavý vplyv na hospodárenie stávkovej spoločnosti má aj stratégia tipujúcich. Je zrejmé, že s pribúdajúcim počtom tipov na tikete klesá šanca na výhru. V prípade, že by sa tipujúci rozhodli tipovať na tikety menší počet tipov, bolo by oveľa viac výherných tiketov a teda stávková kancelária by dosahovala výrazne nižších ziskov. Tipujúci sa však väčšinou riadi tým, čo mu stávková kancelária umožňuje. V tejto kapitole si ukážeme hospodárenie kancelárie tak, že budeme umožňovať tipujúcim rôzny maximálny počet tipov na jeden tiket.

Uvažujme nastavenie modelu, kde doba simulácie je 100000 časových jednotiek, počiatočný kapitál spoločnosti je nulový, referenčná kurzová hladina je 1,5, referenčný maximálny vklad na jeden tiket je 150 Sk, odvody na reklamu sú 15 %, odvody na prevádzku sú 30 % a každých 10 časových jednotiek sa vygeneruje nový tiket. Koeficienty pre vplyv reklamy sú $C_1 = 3,7$, $C_2 = 0,05$, $C_3 = 1,1$ (vplyv na návštevnosť) a $C_6 = 3,7$, $C_7 = 0,05$, $C_8 = 1,1$ (vplyv na vklad) a pre vplyv kurzovej hladiny $C_4 = 5,6$, $C_5 = 0$ (vplyv na návštevnosť) a $C_9 = 5,6$, $C_{10} = 0$ (vplyv na vklad). Za týchto podmienok budeme meniť maximálny povolený počet tipov na jeden tiket a sledovať hospodárenie stávkovej kancelárie. Výsledok zobrazuje Graf 11.



Graf 11: Závislosť zisku stávkovej kancelárie na maximálnom počte tipov na jednom tikete

Je zrejmé, že tento aspekt má značný podiel na celkovom hospodárení spoločnosti. V prípade, že stávková kancelária umožňuje len malý počet tipov na jeden tiket, nepomôže ani dobrá reklama či výhodné kurzy. Zaujímavé je sledovať, ako s pribúdajúcim počtom povolených tipov na jeden tiket klesá počet výherných tiketov. Túto závislosť viditeľne zobrazuje Graf 12.



Graf 12: Závislosť počtu výherných tiketov na maximálnom počte tipov na jednom tikete

Ukázali sme, aký dôležitý je maximálny počet tipov na tikete. Obecne platí pravidlo, že čím viac ich stávková kancelária povoľuje na jeden tiket, tým sa jej to viac vyplatí. S vyšším počtom tipov na tikete totiž pravdepodobnosť výhry výrazne klesá.

4.5 Zhrnutie experimentov

Experimentovaním s modelom sme ukázali, ako stávková kancelária hospodári za rôznych podmienok a v rôznych prostrediach. Dozvedeli sme sa, že nie vždy sa oplatí za každú cenu zvyšovať reklamu, pretože sa to postupne predraží a neprinesie to požadovaný zisk. Rovnako ani zvyšovanie kurzovej hladiny na vysoké hodnoty sa nevyplatí, pretože stačí aby mali tipujúci trošku viac šťastia a spoločnosť príde o veľkú sumu na vysokých výhrach spôsobených práve týmito vysokými kurzami. Ďalej sme ukázali, ako vhodným nastavením týchto dvoch parametrov dosiahneme najvyššie zisky spoločnosti. Dôležitú úlohu pritom v modeli hrá to, koľko tipov stávková kancelária umožňuje na jeden tiket vložiť. Obecne platí, že k dosiahnutiu maximálneho zisku je dôležité nájsť kompromis v nastavení reklamy a nastavení referenčnej kurzovej hladiny a umožniť tipujúcim čo najviac kombinovaných tipov.

5 Záver

5.1 Zhrnutie výsledkov

Na základe vykonaných experimentov môžeme usúdiť, že model takmer reálne odráža fungovanie stávkovej kancelárie v spoločnosti. Požadované závislosti medzi stávkovou spoločnosťou a zákazníkmi sa podarilo vyjadriť vhodnými matematickými prostriedkami, čo umožňuje namodelovať širokú škálu situácií a prostredí, do ktorých sa kancelária môže dostať. Implementáciou modelu a následnými simulačnými experimentami sme si overili, aký dopad na ekonomický výsledok majú jednotlivé kroky stávkovej spoločnosti a kedy sa jednotlivé kroky vyplatia viac či menej.

5.2 Vlastný prínos

Pri modelovaní stávkovej kancelárie bolo v prvom rade dôležité pochopiť jej fungovanie a preskúmať, ako jednotlivé závislosti a vlastnosti vyzerajú v praxi. Najväčším problémom sa ukázalo vyjadrenie a namodelovanie závislostí, ktoré sa v rôznych prostrediach líšia. Medzi tieto závislosti patrí hlavne vplyv reklamy a ponuky stávkovej kancelárie na tipujúcich. Podarilo sa nájsť vhodnú logaritmicкую reprezentáciu týchto vzťahov, čo umožnilo namodelovať prakticky ľubovoľné prostredie a vyjadriť tak vplyv stávkovej kancelárie na zákazníka v rôznych situáciách.

5.3 Ďalší vývoj

V prípade ďalšieho rozvoja projektu by bolo vhodné program doplniť o grafické užívateľské rozhranie a model doplniť o niektoré ďalšie vlastnosti, napríklad o prispôsobovanie ponuky stávkovej kancelárie podľa konkurencie. Ďalším možným rozšírením by mohlo byť prepracovanie ponuky stávkovej kancelárie. Umožňovať viac druhov stávk, rôzne komplikovanejšie stávky a prípadné zvýhodnenie stálych zákazníkov bonusovými kurzami, či zvýhodniť kurzy pri prekročení určitého vkladu či výsledného kurzu. Prepracovanejšia ponuka a jej výhody by sa tak stali ďalším lákadlom pre zákazníka, čo by prinieslo spoločnosti ďalšie príjmy.

Literatúra

- [1] **Peringer, P.:** SIMLIB Home Page. [Online] 27. Január 2008. [Citace: 15. Apríl 2008.]
<http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>.

- [2] **Peringer, P.:** Modelování a simulace, Studijní opora. 2006.

Zoznam príloh

Príloha 1. Užívateľský manuál k programu

Príloha 2. CD obsahujúce zdrojové kódy programu, konfiguračný súbor, Makefile, tento dokument vo verzii pdf, inštalačný balíček knižnice SIMLIB a užívateľský manuál vo formáte pdf

6 Prílohy

6.1 Príloha 1 – Užívateľský manuál k programu

6.1.1 Preklad zdrojového súboru a spustenie programu

Jedná sa o konzolovú aplikáciu. K jej správne prekladu a používaniu je potrebné, aby bol v systéme nainštalovaný SIMLIB a prekladač jazyka C++. Všetky ukážky a príklady v tomto manuáli boli demonštrované na fakultnom serveri Merlin (merlin.fit.vutbr.cz), kde je nainštalovaný SIMLIB a prekladač g++ verzie 4.2.3. K úspešnému prekladu na tomto serveri stačí použiť Makefile z priloženého CD. S jeho použitím dostaneme spustiteľný súbor modelSK.

Všeobecne je program po preložení spustiteľný dvomi spôsobmi a to s parametrom a bez parametra. Jediným možným parametrom je meno konfiguračného súboru. Predpokladajme, že názov spustiteľného súboru po preklade je modelSK. Potom by jeho spustenie vyzeralo:

- Bez parametrov
./modelSK
- S parametrom – názvom konfiguračného súboru
./modelSK config.txt

6.1.2 Výstup programu

Po ukončení simulácie program na výstup vypíše všetky informácie, ktoré sú pre užívateľa dôležité. Prvá časť výstupu obsahuje všetky parametre modelu, ktoré boli pri simulácii použité. Môže vyzerat' napríklad nasledovne:

```
Parametre modelu:
-----
Doba simulácie: 100000
Maximálny počet tipov na tiket: 15
Maximálny vklad: 150
Referenčná kurzová hladina: 1.5
Počiatočný kapitál stávkovej kancelárie: 0 Sk
Referenčná doba medzi príchodmi dvoch tiketov: 10
Výdaje na reklamu: 15% z príjmu
Výdaje na prevádzku: 30% z príjmu
Koeficienty vplyvu reklamy na počet tiketov:
C1 = 3.7, C2 = 0.05, C3 = 1.1
```

Koeficienty vplyvu kurzovej hladiny na počet tiketov:

C4 = 5.6, C5 = 0

Koeficienty vplyvu reklamy na výšku vkladu:

C6 = 3.7, C7 = 0.05, C8 = 1.1

Koeficienty vplyvu kurzovej hladiny na výšku vkladu:

C9 = 5.6, C10 = 0

Nasleduje výpis štatistík získaných pri simulácii. Ako prvé sa vypíšu štatistiky ohľadne tiketov. Program udržuje štatistiky o prijatých tiketoch, výherných tiketoch a nevýherných tiketoch. Doplňujúcou informáciou je priemerný vklad na jeden tiket. Vzorový výpis:

Tikety:

Prijatých: 10000, Výherných: 332, Nevýherných: 9668

Priemerný vklad na jeden tiket: 80.03 SK

Poslednou časťou výpisu je súhrn finančných štatistík stávkovej kancelárie. Program udržuje štatistiky o príjmoch stávkovej kancelárie, o vyplatených výhrach, o sume vyplatenej na reklamu a o sume vyplatenej na prevádzku kancelárie. Na záver sa ešte zobrazí informácia o aktuálnej bilancii kancelárie po ukončení simulácie. Napríklad:

Príjmy a výdaje stávkovej kancelárie:

Príjem stávkovej kancelárie (tikety): 800300.00 Sk

Vyplatené výhry celkom: 94740.00 Sk

Výdaje stávkovej kancelárie na reklamu: 120045.00 Sk

Výdaje stávkovej kancelárie na prevádzku: 240090.00 Sk

Bilancia stávkovej kancelárie: 345425.00 Sk

6.1.3 Chybové hlásenia

V prípade akejkoľvek chyby v nastavení parametrov modelu to program oznámi užívateľovi ešte pred zahájením simulácie. Bola by to teda úplne prvá informácia na výstupe programu. Napríklad v prípade chybného nastavenia doby simulácie by výstup programu vyzeral nasledovne:

Nesprávne zadaná doba simulácie, použije sa východisková hodnota "100000".

Parametre modelu:

```
Doba simulácie: 100000
Maximálny počet tipov na tiket: 15
Maximálny vklad: 150
...
```

Simulácia prebehne v poriadku s použitím východiskového nastavenia parametru určujúceho dobu simulácie. Po ukončení simulácie a vypísaní všetkých informácií sa program korektne ukončí.

6.1.4 Konfiguračný súbor – parametre modelu

V prípade, že chceme upraviť parametre modelu, musíme na to použiť konfiguračný súbor. Súbor sa skladá z dvojíc riadkov, kde jeden riadok je komentár k parametru a začína dvojznakom `--`. Celý takýto riadok je braný ako komentár a nemá žiadny špeciálny význam. Je možné ho i vynechať. V druhom riadku sa nastavuje hodnota samotného parametru modelu. Riadok vždy začína identifikátorom parametru, nasleduje medzera a hodnota parametru. Vzorové nastavenie doby simulácie na 100000 časových jednotiek môže vyzeráť napríklad nasledovne:

```
--pocet casovych jednotiek (doba simulacie)
DOBA_SIMULACIE 100000
```

Každý parameter má svoj jednoznačný identifikátor. Jeho správny zápis je kľúčový pre úspešné nastavenie požadovaného parametra. Všetky identifikátory, ich význam a prípustné hodnoty sú v Tabuľke 5. Nasledujúce rovnice používajú koeficienty presne tak, ako je to implementované v samotnom programe:

- Vplyv reklamy R na návštevnosť:

$$V_R = C_1 \log_{10}(C_3 + C_2 R)$$

- Vplyv referenčnej kurzovej hladiny K na návštevnosť:

$$V_K = C_4 \log_{10}(C_5 + K)$$

- Vplyv reklamy R na výšku vkladu:

$$V_R = C_6 \log_{10}(C_8 + C_7 R)$$

- Vplyv referenčnej kurzovej hladiny K na návštevnosť:

$$V_K = C_9 \log_{10}(C_{10} + K)$$

Tabuľka 5: Identifikátory parametrov v konfiguračnom súbore, ich význam, povolené hodnoty a východiskové hodnoty

Identifikátor	Význam	Povolený interval hodnôt	Východisková hodnota
DOBA_SIMULACIE	Doba simulácie	celé čísla, $<1; \infty$)	100000
KURZ_HLADINA	Referenčná kurzová hladina	reálne čísla, $<1,1;20,0>$	1.5
KAPITAL	Počiatočný kapitál kancelárie	ľubovoľné reálne číslo	0
MAX_VKLAD	Referenčný maximálny vklad	násobok čísla 10, $<20; \infty$)	150
MAX_POCET_ZAPASOV	Maximálny počet zápasov na tikete	kladné celé číslo	15
REKLAMA	Percento odvádzané na reklamu	reálne číslo, $<0;100>$	15
PREVADZKA	Percento odvádzané na prevádzku	reálne číslo, $<0;100>$	30
F	Referenčná časová vzdialenosť medzi vygenerovaním dvoch tiketov	kladné celé číslo	10
C1	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na návštevnosť (parameter F)	kladné reálne číslo	3,7
C2	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na návštevnosť (parameter F)	nezáporné reálne číslo	0,05
C3	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na návštevnosť (parameter F)	reálne číslo, $<1,1; \infty>$	1,1
C4	Koeficient funkcie vplyvu kurzovej hladiny na návštevnosť (parameter F)	kladné reálne číslo	5,6
C5	Koeficient funkcie vplyvu kurzovej hladiny na návštevnosť (parameter F)	nezáporné reálne číslo	0

Identifikátor	Význam	Povolený interval hodnôt	Východisková hodnota
C6	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na maximálny vklad (parameter MAX_VKLAD)	kladné reálne číslo	3,7
C7	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na maximálny vklad (parameter MAX_VKLAD)	nezáporné reálne číslo	0,05
C8	Koeficient funkcie vplyvu reklamy na maximálny vklad (parameter MAX_VKLAD)	reálne číslo, <1,1;∞>	1,1
C9	Koeficient funkcie vplyvu referenčnej kurzovej hladiny na maximálny vklad (parameter MAX_VKLAD)	kladné reálne číslo	5,6
C10	Koeficient funkcie vplyvu referenčnej kurzovej hladiny na maximálny vklad (parameter MAX_VKLAD)	nezáporné reálne číslo	0

V prípade, že sa konfiguračný súbor zadaný pri spustení nenájde, alebo je niektorý paramater zadaný nesprávne, použijú sa východiskové hodnoty, ktoré sú explicitne nastavené v programe a nemožno ich meniť. V prípade nesprávne zadaného súboru sa použije pre každý parameter jeho východisková hodnota. V prípade správne zadaného súboru, ale chybnom nastavení nejakých parametrov, sa použijú východiskové hodnoty len pri chybných parametroch. Východiskové hodnoty sú znázornené v Tabuľke 5. Pri akejkolvek chybe v nastavení parametru program hneď vypíše varovanie, že parameter bol nastavený nesprávne a použije sa východisková hodnota.

6.2 Príloha 2 - CD

Na priloženom CD sa nachádzajú štyri adresáre. V adresári `manual` sa nachádza užívateľský manuál k programu v súbore `manual.pdf`. V adresári `source` je zdrojový súbor programu `modelSK.cc`, ukázkový konfiguračný súbor `config.txt` a súbor `Makefile` k bezproblémovému prekladu na serveri Merlin. Adresár `techsprava` obsahuje tento dokument vo formáte pdf – súbor `techsprava.pdf`. A v adresári `simlib` je inštalačný balíček simulačnej knižnice SIMLIB pre systém Linux.