

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Rozhodovací model pro sestavení optimálního  
herního týmu ve hře League of Legends



**Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky**

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Iveta Bebčáková, Ph.D.**

Vypracoval(a): **Bc. Jan Musil**

Studijní program: N1103 Aplikovaná matematika

Studijní obor: Aplikace matematiky v ekonomii

Forma studia: prezenční

Rok odevzdání: 2016

## BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

**Autor:** Bc. Jan Musil

**Název práce:** Rozhodovací model pro sestavení optimálního herního týmu ve hře League of Legends

**Typ práce:** Diplomová práce

**Pracoviště:** Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

**Vedoucí práce:** Mgr. Iveta Bečáková, Ph.D.

**Rok obhajoby práce:** 2016

**Abstrakt:** Předmětem práce je vytvoření matematického modelu a na jeho základě dát doporučení při výběru vhodného šampiona v počítačové hře League of Legends. Část práce popisuje obtížné získávání dat z různých zdrojů a jejich následné zpracování. K vytvoření modelu byl použit software Excel a MATLAB. V práci bylo využito statistického zpracování dat, báze pravidel, vývojové diagramy, rozhodovací stromy a Choquetův integrál.

**Klíčová slova:** League of Legends, MATLAB, Excel, Matematický model, Podpora rozhodování

**Počet stran:** 80

**Počet příloh:** 2

**Jazyk:** český

## BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

**Author:** Bc. Jan Musil

**Title:** Decision making model of optimal game team compile in the game League of Legends

**Type of thesis:** Master's

**Department:** Department of Mathematical Analysis and Application of Mathematics

**Supervisor:** Mgr. Iveta Bebčáková, Ph.D.

**The year of presentation:** 2016

**Abstract:** The object of this work is to create a mathematical model and based on that make a recommendation when choosing a champion in the PC game League of Legends. Part describes the difficulty of obtaining data from various sources and their subsequent processing. To create the model there was used software Excel and MATLAB. In the work was used statistical data processing, rule base, flow charts, decision trees and Choquet integral.

**Key words:** League of Legends, MATLAB, Excel, Math model, Decision making support

**Number of pages:** 80

**Number of appendices:** 2

**Language:** Czech

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením paní Mgr. Ivety Bebčákové, Ph.D. a všechny použité zdroje jsem uvedl v seznamu literatury.

V Olomouci dne .....

.....

podpis

# Obsah

Úvod	8
<b>1 League of Legends</b>	<b>9</b>
1.1 Pole spravedlnosti: Vyvolávačův žleb	10
1.2 Formulace problému	12
1.3 Důležité prvky hry	13
1.4 Podmínky na role šampionů	14
1.5 Výběr šampiona	16
<b>2 Pozorování systému a sběr dat</b>	<b>18</b>
2.1 Možnosti řešení problému	18
2.1.1 Funkce maximálních možností	18
2.1.2 Fuzzy báze pravidel - expertní znalost	19
2.1.3 Fuzzy báze pravidel - neuronové sítě	20
2.2 Použité řešení problému	21
2.2.1 Průměrné statistiky šampionů	21
2.2.2 Statistiky hráčů	22
2.2.3 Herní zkušenosti	22
<b>3 Dostupná data</b>	<b>24</b>
3.1 Šampioni	24
3.2 Hráči	32
3.3 Přehled dat využitých v modelu	33
<b>4 Zpracování dostupných dat</b>	<b>34</b>
4.1 Dvojice šampionů na jednotlivých pozicích	34
4.2 Vzájemné vztahy pro lajnu Bottom	38
4.3 Role šampionů	40
4.4 Relativní četnosti výskytu šampionů na pozicích	40
4.5 Data hráčů	42

<b>5</b>	<b>Matematické modely</b>	<b>46</b>
5.1	Matematický model I. . . . .	47
5.1.1	Schéma výběru šampiona . . . . .	47
5.1.2	Popis matematického modelu I. . . . .	50
5.2	Matematický model II. . . . .	54
5.2.1	Schéma výběru šampiona . . . . .	58
5.2.2	Popis matematického modelu II. . . . .	59
5.3	Matematický model III. . . . .	67
5.4	Matematický model IV. . . . .	71
5.5	Matematický model V. . . . .	77
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>79</b>
	<b>Literatura</b>	<b>79</b>

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat své rodině za podporu, i když tuto práci nebudou nikdy číst, protože nerozumí matematice, ani počítačovým hrám. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni Monice Polčákové za skvělou podporu a výpomoc při kontrole gramatiky i zpracování dat. Následně bych chtěl poděkovat Jakubovi Helisovi a.k.a. Tuzarovi za zpracování grafických prvků a v neposlední řadě kolegovi Bc. Pavlu Rozkošnému za soucítění, motivaci a odhodlání ve zdánlivě bezradných situacích. Mé největší díky však patří vedoucí diplomové práce paní Mgr. Ivetě Bebčákové, Ph.D., a její kolegyni paní Mgr. Pavle Kouřilové, Ph.D. za aktivní nasazení, neuvěřitelnou trpělivost a neskutečnou ochotu při zpracování této diplomové práce.

# Úvod

V běžném životě si spousta lidí krátí dlouhé chvíle hraním různých počítačových her. Na přední příčce oblíbenosti her se drží hry s žánrem MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), které položily základy moderního Progamingu (elektronického sportu, e-Sportu). Nejznámější hry tohoto žánru jsou League of Legends (LoL), Defense of the Ancients (DotA) a Heroes of the Storm (HotS). Všechny hry žánru MOBA fungují na stejném principu. Hraje se na omezené mapě, na které jsou dva týmy po pěti herních postavách (šampionech). Každý šampion je ovládaný právě jedním hráčem. Každý hráč si před začátkem hry zvolí právě jednoho z již existujících unikátních šampionů, kterého v následujícím zápase bude hrát. Zápas trvá, dokud jeden z týmu nezničí nepřátelskou základnu.

Ač se autoři her snaží, aby jednotliví šampioni byli vyrovnání, ne vždy tomu tak je. Někteří šampioni mají výraznou výhodu oproti určité skupině šampionů, avšak proti jiné skupině mohou mít výraznou nevýhodu, obdobně jako při hře „kámen, nůžky, papír“. Vybrat si správnou herní postavu tedy může být problém. Cílem této diplomové práce je pomoci hráči vybrat si vhodnou herní postavu ve hře League of Legends. V práci budu používat software MATLAB a Excel.



# Kapitola 1

## League of Legends

League of Legends (zkráceně: LoL) je online hra pro více hráčů spadající do žánru MOBA (Massive Online Battle Arena), ve které se mísí prvky RTS (Real Time Strategy - strategie) a RPG (Role Play Game - hra na hrdiny). Jedná se o hru typu „free to play“ (zdarma) s podporou tzv. mikro plateb ke koupi herní měny zvané RP (Riot Points), která však nijak neovlivní herní výkon (nejde o hru typu „pay to win“). Pro platformu Windows a OSX byla vyvinuta studiem Riot Games. Hra byla představena dne 7. října 2008 a spuštěna 27. října 2009. Nelze ji hrát přímo v prohlížeči, je potřeba stáhnout si klienta. Toho lze získat na oficiálních stránkách, kde je nutná registrace.

League of Legends je dnes jednou z nejhranějších počítačových her v historii. Aktivní hráčská základna (počet aktivních uživatelů) světově dosahuje nad 32 miliónů (statistiky z října 2012), což je více než herní gigant World of Warcraft v době svého největšího rozkvětu. Jelikož se jedná o hru se zaměřením na PvP (hráč proti hráči), poměrně brzy se vybuodovala široká kompetitivní scéna. Od roku 2011 každý rok vychází nová sezóna, která s sebou vždy nese mnoho zásadních změn, ale také přináší turnaj o světový pohár. Díky podpoře od Riot Games, kteří pro sezónu 2 uvolnili 5 miliónů dolarů na ceny, a aktivnímu zapojení všech velkých organizátorů lig a turnajů, je dnes League of Legends největším elektronickým sportem v historii.

V současnosti Riot Games spravuje 13 serverů po celém světě. Pro Česko se doporučuje hraní na serveru EUNE (EU Sever a Východ) nebo EUW (EU západ),

které jsou v Amsterdamu, a to kvůli nejrychlejšímu spojení se serverem a plné podpoře českého jazyka (EUNE). Tato hra byla inspirací pro mnoho dalších her.

## 1.1. Pole spravedlnosti: Vyvolávačův žleb



Obrázek 1.1: Herní mapa - Vyvolávačův žleb (půdorys). V levém dolním a pravém horním rohu se vyskytují základny zvané „Nexus“. Každá základna patří jednomu ze dvou týmů. Mezi základnami vedou tři cesty zvané lajny, konkrétně lajna Top, Middle a Bottom. Prostory mezi lajnami se nazývají Jungle.

Ve hře je několik herních režimů. Ty představují výběr „Pole spravedlnosti“

(herní mapy), typu nepřítele (počítač, nebo hráč) a obtížnosti (normální, nebo hodnocená). Zaměřím se na nejhranější herní režim, kterým je hodnocená hra na mapě „Vyvolávačův žleb“ (Summoner's rift). Viz obr. 1.1. Tato mapa je omezená a diagonálně symetrická. Vyskytují se na ní dva týmy, které proti sobě soupeří o zničení nepřátelské základny. Každý z týmů je tvořen pěticí šampionů, kde každého šampiona ovládá jediný hráč. Ve hře jde tedy nejen o individuální zkušenosti a dovednosti každého hráče, ale také o komunikaci a spolupráci mezi hráči.

Mezi základnami vedou tři cesty označované jako lajny, mezi nimiž se nachází jungle (džungle/les). Každá z těchto tří lajn je chráněna trojicí obranných věží, budovou inhibitoru a poskoky. Poskoci jsou počítačem ovládané jednotky, které se v pravidelných intervalech rodí v základně a následně po skupinách vychází na jednotlivé lajny. Po těchto lajnách jdou, dokud nezemřou, nebo nedosáhnou nepřátelského nexusu, který se snaží zničit. Cestou útočí na veškeré nepřátelské jednotky a budovy, které jim přijdou do cesty. Šampion nemůže zaútočit na poskocy ani obranné věže, které náleží jeho týmu, avšak zabíjením nepřátelských poskoků a ničením nepřátelských obranných věží získává nejen strategickou výhodu, ale také zlaťáky (měnu využitelnou v průběhu hry ke koupi předmětů) a zkušenosti. Zničením nepřátelského inhibitoru na některé lajně dočasně posílím svoje poskocy na této lajně. Nepřátelé jsou nuceni tuto lajnu aktivně bránit. V opačném případě jsou posílení poskoci schopni nestřežený Nexus zničit.

Pětice šampionů se proti sobě střetávají na jednotlivých lajnách. Soupeří jeden proti jednomu na horní (Top) lajně a prostřední (Middle/Mid) lajně a dva proti dvěma na spodní (Bottom/Bot) lajně. Poslední hráč nemá žádnou lajnu. Pohybuje se v Jungli, kde přebývá, pokud se zrovna nesnaží pomoci některé z lajn.

V džungli se nacházejí kempy s monstry. Na rozdíl od poskoků, monstra jsou neutrální a nepříslužují žádnému týmu. Odměnu formou zkušeností a zlaťáků obdrží ten, který je zabije, bez ohledu na to, z jakého je týmu. Jungleři se tedy nemusí držet pouze ve své části mapy, ale mohou navštívit i nepřátelskou část, kde

se snaží jednotlivé kempy s monstry získat ve svůj prospěch, či odchytit a zabít nepřátelského Junglera, který je oslabený po souboji s monstry. Kromě toho, úkolem Junglera je pomáhat lajnám, které jsou v nevýhodě, či naopak vytvářet tlak na již dominujících lajnách.

<b>Top</b>	Horní lajna, šampioni zde bojují jeden proti jednomu.
<b>Middle</b>	Středová lajna, šampioni zde bojují jeden proti jednomu.
<b>Bottom</b>	Spodní lajna, šampioni zde bojují dva proti dvěma.
<b>Jungle</b>	Není to lajna sama o sobě. Jde o prostor mezi lajnami (džungle/les).

Tabulka 1.1: Přehled a základní popis jednotlivých lajn

Číslo pozice	Pozice	Hráč	Lajna
1	Top	Topař	Top
2	Jungle	Jungler	Jungle
3	Mid	Midař	Middle
4	Adc	Adc	Bottom
5	Support	Support	Bottom

Tabulka 1.2: Přehled názvů pozic, hráčů a lajn

## 1.2. Formulace problému

Než hra započne, musím se nejprve přihlásit do fronty a vybrat si dvě preferované pozice. Když systém najde takové dvě pětičky hráčů, jejichž kombinace preferovaných pozic pokryje všechny možné pozice, dostanu se do výběru šampionů. Zde dochází k procesu výběru šampiona, kdy každý hráč vybírá do týmu právě jednoho, kterého bude hrát, viz kapitola 1.5. Cílem této diplomové práce je pomoci hráči vybrat si vhodného šampiona pro připravovanou hru. Hra nabízí momentálně 130 různých šampionů. Není zde žádné omezení, které by zakazovalo vybrat si libovolného šampiona na libovolnou pozici, avšak dle herních zkušeností je každý šampion vhodný pouze na některé pozice. Když mají všichni hráči vybraného šampiona, je ukončen výběr šampionů a spustí se hra.

Každá hra začíná zrozením všech šampionů na první úrovni ve své základně. Následně se rozprchnou na příslušné pozice. Zabíjením poskoků, ničením věží a

zabíjením nepřátelských šampionů získávají šampioni zkušenosti a zlaťáky. Pomocí zkušeností postupně odemykají nové úrovně, až po nejvyšší úroveň 18. Každá úroveň je činí silnějšími a odemyká jim nové schopnosti a dovednosti. Pomocí zlaťáků si mohou po návratu do základny nakoupit předměty dle vlastní volby. Před samotnou hrou si ještě mohou nastavit runové kameny a body mistrovství, které je mohou posílit v různých směrech.

Průměrně dvakrát za měsíc vycházejí aktualizace, které přímo i nepřímo mění atributy a dovednosti šampionů, předmětů, i hry samotné (obránné věže, monstra, poskoci atd.). Hráči si mohou pro všechny šampiony najít jejich aktuální doporučená nastavení na stránce [champion.gg](https://champion.gg) (ale i na mnoha dalších). Mohou zde najít nejen nejhranější, ale také nejúspěšnější kombinace předmětů, runových kamenů a bodů mistrovství. Z této stránky jsem čerpal většinu informací pro tuto diplomovou práci.

### 1.3. Důležité prvky hry

Cílem každého hráče je zničit všechny nepřátelské budovy alespoň na jedné lajně, včetně nepřátelského Nexusu. V tom se mu však budou snažit zabránit nepřátelé. Každý šampion je unikátní a má nějakou mechaniku, kterou je výjimečný a liší se od ostatních. I přesto všichni šampioni jsou, nebo by alespoň měli být, vyrovnaní. Tedy neměl by existovat šampion, který by byl natolik silný, že by měl převahu nad všemi ostatními. Vzhledem k četnosti aktualizací, které přímo či nepřímo upravují šampiony, vždy nastane situace, že nějaký má oproti ostatním výhodu.

Pro vztahy mezi jednotlivými šampiony neplatí tranzitivita, obdobně jako u hry „kámen, nůžky, papír“. Např. šampion A je silnější než B a ten je silnější než C, který je ale silnější než A. Z tohoto důvodu je dobré vědět, kdo je proti mně, abychom mohli vybrat šampiona, který (ač je celkově průměrný, či podprůměrný) proti danému šampionovi má největší úspěšnost a tím i značnou výhodu. Na výběru šampionů tedy záleží.

Další významnou proměnnou jsou role. Každý šampion může zastávat jednu,

případně dvě různé role. Ty specifikují povahu šampiona a rozdělují je do skupin. Není sice jediná optimální sestava rolí do týmu, mohu však vytvořit seznam podmínek, jehož splněním budu hovořit o racionální sestavě týmu. Rolím se věnuje kapitola 1.4. Předpokládám tedy, že hráči se budou snažit vytvořit racionální sestavu rolí šampionů do týmu (označím „racionální tým“).

Poslední významnou proměnnou je hráč. Dva různí hráči mohou se stejným šampionem hrát různě, což může mít za následek různý výsledek zápasu. Tento fakt nemohu opomenout a musím vliv hráče do modelu zakomponovat. Hráči jsou při hraní hodnocených her odměňováni ligovými body. Za vyhranou hru body získávají, za prohranou hru body ztrácejí. Podle počtu bodů jsou rozdělováni do lig. Lig je sedm: „Bronzová“, „Stříbrná“, „Zlatá“, „Platinová“, „Diamantová“, „Mistrovská“ a „Vyzyvatelská“. Ve „Vyzyvatelské“ a „Mistrovské“ lize je méně než 0,01% nejlepších hráčů na světě.

Abych zabránil situaci, kdy si vyberu šampiona, který má ve hře značnou nevýhodu, a tím bych mohl i prohrát hru ještě předtím, než začne, vytvořím matematický model, který bude analyzovat výše uvedené proměnné a na jejich základě mi doporučí vhodného šampiona.

## 1.4. Podmínky na role šampionů

Ač nemůžu říct, jaká je nejlepší sestava, můžu říct, co by v žádné sestavě nemělo chybět. Každý šampion může způsobovat fyzické, resp. magické, poškození. Proti němu se dá bránit brněním, resp. obranou vůči magii.

### Přehled rolí šampionů:

**Tank** je velmi odolný. Jde o šampiona, který pomáhá uzamknout a ochromit nepřátele a iniciovat souboj. Většinou je to ten, který rozhoduje o vhodném čase a situaci k iniciaci agrese. Mnoho tanků může také chránit svoje křehčí spoluhráče omráčením, či vyvíjením nátlaku na nebezpečné nepřátele, čímž

omezují potenciál jejich poškození.

**Bojovník/Fighter** má kombinaci útočných a obranných dovedností. Zatímco nemá odolnost jako tank, nebo poškození jako vrah, bojovníkovo poškození průběhem času roste a stává se hlavní hrozbou. Každý bojovník má unikátní směs mobility, poškození a odolnosti.

**Vrah/Assassin** je hbitý šampion specializující se na zabíjení, nebo oslabení vysoce hodnotných cílů. Zaměřuje se na infiltraci, ošálení a mobilitu. Vrahové jsou lovci příležitostí, kteří preferují využití příznivých okamžiků v rámci boje před bezhlavým vtrhnutím do středu boje. Vrahové se specializují na polohování a rafinované zabíjení. Udeří ve správný čas – ne dříve, ne později.

**Kouzelník/Mage** upřednostňuje silné schopnosti a kouzla před základními útoky. Typický kouzelník je charakterizován kombinací kouzel s dlouhým dosahem, plošným rozsahem, či vysokým užitkem. Zkušený kouzelník může mít obrovský dopad na jakýkoliv tým se svou univerzální sadou dovedností a flexibilním stylem hry.

**Střelec/Marksman** využívá boje z dálky. Obětuje obranné síly a dovednosti, aby se zaměřil na stálé působení silného poškození jednotlivým cílům. Typicky se zaměřuje na využití základního útoku více než schopností. Střelec je schopen sílit v průběhu hry a následně, v její pozdější části, způsobovat ničivé poškození.

**Podpora/Support** vytváří příležitosti pro své spoluhráče, které se následně snaží zúžitkovat. Jejím účelem je pomáhat svým spojencům pomocí štítů, léčení, zvýhodňování a posilování jejich atributů, či ochromení nepřátelských linií. Zručná podpora dá svému týmu výhodu, kterou tým potřebuje k dosažení vítězství, a může obrátit průběh souboje pomocí jediného dobře načasovaného činu.

Pro každý tým je vhodné, aby byl co nejpestřejší. Pokud bych například měl tým pěti střelců, kteří budou způsobovat všichni fyzické poškození, nepřátelům by stačilo kupovat pouze obranné předměty obsahující brnění, což by můj tým výrazně znevýhodnilo a skoro jistě by to vedlo k mé prohře. Naopak pokud můj

tým bude mít šampiony způsobující jak fyzické, tak magické poškození, nepřátelé, kupující pouze obranné předměty obsahující brnění, budou zranitelní magickým poškozením a obráceně. Z tohoto důvodu budu doporučovat, aby každý tým měl alespoň jednu roli „Kouzelník“ a alespoň jednu roli „Střelec“.

Přímo ve hře dochází k týmovým soubojům. Jde o situaci, kdy týmy bojují o strategické body (zničit/bránit věž/inhibitor). Šampiony můžu v rámci týmu rozdělit na Přední frontu, Střední frontu a Zadní frontu. Za Přední frontu můžu označit šampiony s obrannými dovednostmi („Tanci“, „Bojovníci“), jako Zadní frontu považují šampiony s útočnými dovednostmi („Střelec“, „Kouzelník“) a za Střední frontu považují ostatní šampiony („Podpora“, „Vrah“).

Šampioni v Zadní frontě („Střelec“, „Kouzelník“) jsou v týmu hlavním zdrojem poškození. Mají minimální, nebo žádnou, obranu. Jsou velmi zranitelní proti „Vrahům“, kteří se specializují na likvidaci křehkých cílů. Proti vrahům je vhodné mít „Podporu“, která bude křehké cíle chránit a taky „Tanka“, který bude tvořit Přední frontu a nepustí žádného nepřítele ke své Zadní frontě. V každém týmu budu chtít alespoň jednu podporu (i když chci právě jednu „Podporu“ v týmu, sekundární role „Podpory“ mi nebude nijak překážet). Budu chtít také do každého týmu alespoň jednoho „Tanka“. Můj požadavek je tedy do týmu mít „Střelce“, „Kouzelníka“, „Podporu“ a „Tanka“.

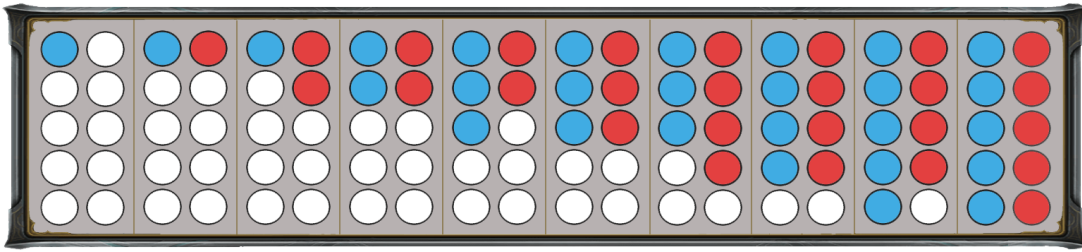
## 1.5. Výběr šampiona

Každý hráč si před začátkem hry vybere, jakou pozici chce hrát (primární a sekundární), a přihlásí se do fronty. V momentě, kdy systém najde takové dvě pětice hráčů, které pokryjí všechny pozice, pustí je současně do výběru šampionů. V tomto výběru zjistím, zdali hraji svoji primární, či sekundární pozici. Pořadí jednotlivých pozic při výběru je určeno počítačem. Pozici ani její pořadí po spuštění výběru šampionů nemůžu změnit. Dále zjistím, jestli jsem v modrém, či červeném týmu a dozvím se jména našich spoluhráčů, jejichž herní profily si mohu vyhledat na internetu.

Následně dochází nejprve k zákazu a posléze výběru šampionů. Modrý



tým má vždy přednost a tedy zakazuje i vybírá jako první. Zakáz probíhá střídavě mezi týmy. Každý tým zakáže po jednom celkově 3 šampiony, kteří se v dané hře nemohou hrát žádným z týmů. Když je zakázáno všech šest šampionů, modrý tým začne vybírat. Výběr probíhá opět střídavě, avšak tentokrát vybírají postupně vždy dva hráči z jednoho týmu. Tento postup neplatí pro prvního hráče v modrém týmu a posledního hráče v červeném týmu, viz obr. 1.2. Pro množinu hráčů modrého týmu  $M = \{m_1, m_2, m_3, m_4, m_5\}$  a množinu hráčů červeného týmu  $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$  probíhá výběr šampionů v tomto pořadí  $\{m_{\pi(1)}, c_{\sigma(1)}, c_{\sigma(2)}, m_{\pi(2)}, m_{\pi(3)}, c_{\sigma(3)}, c_{\sigma(4)}, m_{\pi(4)}, m_{\pi(5)}, c_{\sigma(5)}\}$ , kde  $\pi(1), \dots, \pi(5)$  a  $\sigma(1), \dots, \sigma(5)$  jsou počítačem provedené permutace množiny  $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ .



Obrázek 1.2: Schéma postupného výběru šampionů obsahující 10 obdélníků. Každý obdélník představuje krok při postupném výběru šampionů jednotlivými hráči. Modré pole značí výběr šampiona hráčem modrého týmu, červené pole značí výběr šampiona hráčem červeného týmu.

Nejčastěji se zakazují ti šampioni, kteří jsou nejsilnější, nebo nejhranější. Další možností je zakázat toho šampiona, který je nejlepší proti šampionovi, kterého si plánují vzít. Hráč, který vybírá první, má výhodu, že si může vybrat, koho chce (např. nejsilnějšího šampiona, který nebyl zakázán). Oproti tomu hráč, který vybírá později, má výhodu, protože (částečně nebo úplně) ví, jak bude vypadat jeho i nepřátelský tým a může se podle toho zařídit.

Jediná informace o nepřátelském týmu je ta, že postupně (dle pořadí výběru) vím, jakého šampiona si vybrali. Nevím však, na jakou pozici s ním plánují jít. Tuto informaci však můžu odhadnout na základě dat o tom, s jakou pravděpodobností se jednotliví šampioni vyskytují na jednotlivých pozicích.

# Kapitola 2

## Pozorování systému a sběr dat

### 2.1. Možnosti řešení problému

První možnost, která přichází v úvahu, je využít databázi všech odehraných her. Denně hraje ve špičce kolem 7,5 milionu hráčů. Velikost souhrnné databáze všech her odehraných všemi hráči si netroufnu odhadnout. Na tuto databázi s 20 proměnnými v každé hře (10 hráčů hrajících 10 šampionů) bych použil učící se algoritmy. Tyto algoritmy bych seznámil s výsledky zápasů při různých vstupech (hráči, šampioni), a následně bych je využil k odhadnutí výsledku nové hry.

Kontaktoval jsem společnost Riot Games s žádostí o poskytnutí takové databáze, která již není aktuální, a tedy nemůže být zneužita. Byl jsem společností odmítnut s tím, že veškeré informace, které jsou určeny pro veřejnost, se dají najít na internetu. Informace, které se na internetu najít nedají, jsou soukromým majetkem společnosti a nejsou určeny pro veřejnost. Rozhodnul jsem se tedy podívat se na informace, které jsou dostupné a mohou být využity. Chtěl jsem nalézt optimální vztah mezi šampionem, hráčem a herní zkušeností, pomocí nichž bych odhadnul pravděpodobnost výhry.

#### 2.1.1. Funkce maximálních možností

Nejprve jsem se chtěl podívat na každého šampiona zvlášť a vytvořit pro něj tři funkce, kterými by byly Útok, Obrana a Mobilita. Pro příklad: funkce „Útok“ by představovala maximální možné poškození způsobené za jednotku času a ob-

sahovala by všechny proměnné, které ovlivňují velikost způsobeného poškození. Uvedu dva příklady:

**Marksman** - způsobené poškození je tvořeno převážně základními útoky a je navíc přímo ovlivněno proměnnými: útočné poškození, rychlost útoku, šance na kritický (dvojnásobný) zásah a průnik brněním. Tyto proměnné jsou ovlivněny především pomocí runových kamenů, bodů mistrovství a předmětů. Dále se proměnné, jako útočné poškození a rychlost útoku, mění, jakožto základní atributy, dle aktuální úrovně šampiona. Nepřímo je způsobené poškození dále ovlivněno nepřátelským brněním.

**Mage** - způsobené poškození je tvořeno převážně kouzly a je navíc přímo ovlivněno proměnnými: síla schopností, přebíjecí doba a průnik obranou proti magii. Tyto proměnné jsou ovlivněny především pomocí runových kamenů, bodů mistrovství a předmětů. Dále se poškození způsobené kouzly, včetně přepočtů síly schopností, mění dle aktuální úrovně šampiona.

I když bych byl schopen analyzovat všechny vstupní proměnné, model by musel být dynamický a napojený na aktuální hru, z které by čerpal veškeré informace, jako úroveň šampiona, nakoupené předměty atd. V praxi by však i toto doporučení zřejmě ničemu nepomohlo, protože bych byl schopen spočítat pouze maximální možné poškození způsobené za jednotku času. Nemůže však nijak zaručit, že ho skutečně způsobím, protože ve hře nejde jen o útok na statický cíl, ale musím se neustále pohybovat a zachraňovat život nejen svůj, ale také se snažit pomoci ostatním. Přepadne-li mě například ve hře „Vrah“, který mě okamžitě zabije, pak žádné poškození nezpůsobím.

### 2.1.2. Fuzzy báze pravidel - expertní znalost

Další možnost, kterou jsem bral v úvahu, je využití expertních znalostí hráčů, kteří na různých internetových stránkách diskutují o tom, jak je který šampion silný, jaké jsou jeho hlavní výhody a nevýhody, a tím i proti jakému šampionovi

je silný, či naopak slabý. Problém je, že kritéria hodnocení si každý hodnotitel určuje sám, včetně kvalitativního popisu hodnoty (dobré poškození, velké poškození, skvělé poškození, úžasné poškození atd.). Pokud by se mi však povedlo toto značení sjednotit a vytvořit si databázi, mohl bych využít bázi pravidel. Vstupy by byly hodnoty vlastností šampionů, které hráči shledali důležité (mobilita, kontrolování nepřátel, redukce léčení atd.). Výstupem by bylo, jak si takový šampion vedl proti specifickému šampionovi. Po expertní redukci jen na důležité vlastnosti mi jich zůstane cca 20. I při využití jazykového popisu těchto vlastností pouze pomocí tří hodnot (slabý, střední, silný), by to znamenalo vytvoření cca  $3^{20} = 3,4868 \cdot 10^9$  pravidel. Tvorba těchto pravidel ručně by byla příliš náročná. Navíc, vzhledem k využití jazykových popisů vlastností, by se drobná změna v aktualizaci, která má zásadní dopad na výkon šampiona, nijak nepromítla změnou v jazykovém popisu vlastností a dávala by mi pořád stejné doporučení. I za předpokladu velmi detailně jazykově popsanych proměnných, jsem vázán na expertní odhady, jejichž existence závisí nejen na dobrovolné vůli autorů, ale také na čase, který autoři potřebují, aby nabrali s šampionem dostatek zkušeností k jeho popisu. V průběhu tohoto času bychom dávali doporučení na základě zastaralých dat. Vzhledem k tomu, že tento čas může být stejný, nebo i delší, než čas pro zpřístupnění další aktualizace, není vhodné využívat expertních odhadů.

### **2.1.3. Fuzzy báze pravidel - neuronové sítě**

Pro tvorbu velkého množství pravidel však můžu využít učících se algoritmů ve fuzzy toolboxu MATLABu. Nebudu využívat expertních odhadů uživatelů, ale místo toho popíšu každého šampiona pomocí číselných charakteristik dostupných přímo ve hře. Mezi tyto charakteristiky patří průměrné statistiky na hru, jako např. způsobené poškození, obdržené poškození, způsobené léčení, obdržené zlaťáky, počet zabitých poskoků atd. Dále můžu využít informace o herních attributech šampiona, jako např. dostřel šampiona, cenová náročnost na zdroj síly (mana, energie atd.), který je spotřebován při použití kouzel. Kouzla

jsou schopnosti šampionů, které ovládá hráč. Každý šampion má jedno pasivní a čtyři aktivní. Když mi zdroj síly dojde, nemůžu kouzla použít, dokud si ho nedoplním (např. v základně).

Pro učící se algoritmy využiji jako vstupy hodnoty mých proměnných a výstupy budou pravděpodobnosti výher šampionů na pozicích. Problém zde nastává, že dat (záznamů - šampionů) máme na pozici kolem 50. Nastavit vstupy a výstupy pro učící se algoritmy a vygenerovat bázi pravidel pro 20 proměnných na základě 50-ti dat je nereálný úkol. Ani po dalším značném zanedbání některých vlastností a omezení na pouhých 6 proměnných, čímž ztratím velkou část důležitých informací, nejsem schopen dosáhnout žádného výsledku.

## 2.2. Použité řešení problému

### 2.2.1. Průměrné statistiky šampionů

Pro popis šampiona jsem se nakonec rozhodl nevyužívat vlastnosti šampionů, na jejichž základě bych se snažil odhadnout pravděpodobnost výhry, ale místo toho využiji statistická data, jako např. procento vyhraných her. Toto rozhodnutí mi přijde logické, jelikož mým cílem není zahrát nejlepší hru, způsobit největší poškození, nebo zabít co nejvíc nepřátel, ale hru vyhrát.

Nevýhodou je, že hodnoty procent vyhraných her šampiona na pozici jsou průměrné hodnoty za všechny hráče proti všem šampionům a v tomto průměru se mi hodně informací ztrácí. Pokud je však šampion schopen mít nadprůměrné (resp. podprůměrné) výsledky i pro cca 100.000 odehraných her, dává mi to nejlepší dostupnou informaci, která je podložena daty.

Další nevýhodou je, že dostupná data jsou pouze ve vztahu jeden proti jednomu pro pozice Top, Jungle a Mid. V ideálním případě bych chtěl využít i data o tom, jak si např. šampion na pozici Top vedl v případě, že na pozici Jungle měl konkrétního šampiona, nebo obráceně, jak si šampion na pozici Top vedl, pokud byl v nepřátelském týmu na pozici Jungle konkrétní šampion. Vliv Junglera bych chtěl využít pro všechny lajny (Top, Middle, Bottom). Bohužel tato data nejsou

k dispozici. Mám však data pro vzájemné vztahy na lajně Bottom. Zakomponování vztahu Junglera do modelu by bylo obdobné, pokud v budoucnu budou data dostupná.

### **2.2.2. Statistiky hráčů**

Pro popis hráče využiji informace o tom, jak si s jednotlivými šampiony vedl. Budu se dívat nejen na jeho šanci na výhru s jednotlivými šampiony, ale také na počet odehraných her. Tato data nemají žádnou podmínku na počet odehraných her. Pokud hráč odehrál s šampionem jednu hru, kterou vyhrál, bude mít s tímto šampionem „Win percent player“ 100%, což nemá velkou váhu a to budu muset vzít v potaz.

### **2.2.3. Herní zkušenosti**

Kromě šampiona a hráče je vhodné vzít v potaz i herní zkušenosti hráče, tedy jak hru samotnou hrát. Je důležité být ve správný čas na správném místě. Tyto situace nejdou však nijak kvantifikovat ani popsat a jsou do značné míry ovlivněny náhodou. Zkušený hráč ale může tyto situace předvídat, nebo díky rychlým reflexům, či strategickému uvažování, dokáže nepřívětivou situaci obrátit ve svůj prospěch. Hráči, kteří mají tyto schopnosti a dovednosti, budou lepší než ostatní hráči a mohou vyhrát hru i se šampionem, který bude ve značné nevýhodě. Liga hráče přímo úměrně odpovídá jeho kvalitám. Hráči v „Mistrovské“ a „Vyzyvatelské“ lize jsou na takové úrovni, že žádné doporučení na volbu šampiona nepotřebují. Doporučení tedy chci dávat pro hráče v ligách „Bronzová“ až „Diamantová“. Předpokládám však, že všichni hráči v těchto divizích tyto schopnosti a dovednosti mají částečně, nebo vůbec, avšak chtějí vyhrát a tedy se budou na hru soustředit a všechny důležité okamžiky se pokusí maximálně využít ve svůj prospěch. Z tohoto důvodu vliv lig a divizí zanedbám. Místo toho využiji informace o tom, s kolika šampiony má hráč odehraný dostatečný počet her na pozici, kterou chce hrát. Je třeba přistupovat odlišným způsobem k hráči, který doposud hrál pouze na pozici např. Mid, ale nyní chce hrát na pozici Jungle.

Herní zkušenosti tedy budu vztahovat vždy pouze k aktuální pozici.

# Kapitola 3











## Dostupná data

Hra je dynamický organismus, který se neustále mění. Kromě pravidelných aktualizací je zhruba jednou za dva měsíce do hry přidán nový unikátní šampion. Z tohoto důvodu je potřeba se nejprve zastavit v čase a vytvořit funkční statický model. Já jsem se zastavil v čase 4. února 2016 na aktualizaci 6.2. V této době bylo ve hře 129 šampionů s nejnovějším šampionem „Jhin“, který má z tohoto důvodu málo dat, ač se ve hře vyskytuje relativně často. V této kapitole jsem čerpal z [2],[3],[4] a [5].

### 3.1. Šampioni

Data šampionů jsem čerpal ze stránky [champion.gg](http://champion.gg). Jsou zde data pro všechny šampiony na těch pozicích, na kterých mají v rámci hodnocených her odehraných alespoň 100 her, viz obr. 3.1. Dále jsou zde data o výkonu šampiona ve dvojici na dané pozici, pokud v dané dvojici odehrál alespoň 100 her, viz obr. 3.2. Pro pozici „Top“, „Mid“ a „Jungle“ jsou tyto dvojice pro vztah náš šampion na dané pozici proti nepřátelskému šampionovi na dané pozici („Top“ vs „Top“, atd.). Pro pozice „Adc“ a „Support“ jsou tyto dvojice pro všechny vztahy na dané lajně („Adc“ vs „Adc“, „Support“ vs „Support“, „Adc“ vs „Support“, „Support“ vs „Adc“), ale také vzájemný vztah výkonu ve dvojici ve stejném týmu („Adc“ + „Support“ a „Support“ + „Adc“).



Current Patch Statistics																			
Filter By Name		Sort Role Show All ▾																	
Rank	Champion	Role	Win Percent ▾	Play Percent	Ban Rate	Playerbase Avg. Games	Kills	Deaths	Assists	Largest Killing Spree	Damage Dealt	Damage Taken	Total Healing	Minions Killed	Enemy Jungle CS	Team Jungle CS	Gold Earned	Role Position	Position Change
1	 Udyr	Jungle	57.28%	9.44%	0%	76.67	5.9	4.58	7.62	3.22	13934	30670	7475	61.8	14.79	71.45	12730	1	0
2	 Graves	Top	56.93%	3.66%	0%	24.17	7.22	5.8	6.1	3.55	24252	22758	2215	212	4.07	8.03	13385	3	0
3	 Pantheon	Top	56.08%	3.04%	0%	107.63	8.6	6.34	6.58	3.89	22578	23318	1941	153.4	1.89	3.7	12281	7	0
4	 Graves	ADC	54.68%	3.93%	0%	34.33	7.5	5.46	7.42	3.69	22922	20600	3330	206.4	3.69	9.67	13460	1	0
5	 Quinn	Top	54.33%	2.52%	0%	52.84	7.73	6.67	6.6	3.49	23343	21982	1997	182.6	2.98	4.94	12744	9	0
6	 Graves	Jungle	54.3%	8.44%	0%	23.49	7.82	5.57	7.47	3.78	21561	23904	5640	76.4	11.42	68.79	13206	4	0
7	 Lux	Middle	54.21%	16.73%	0%	41.17	6.89	4.83	9.56	3.73	24018	14342	1585	171.4	1.53	5.95	12575	1	0
8	 Fiddlesticks	Jungle	54.15%	1.93%	0%	183.54	5.94	5.6	9.44	3	17982	29462	17074	44	7.78	68.33	11980	5	0
9	 Janna	Support	54.01%	18.68%	0%	85.12	0.86	4.19	14.56	0.25	4963	15306	5919	14.2	0.11	0.09	9322	1	0
10	 Malphite	Top	53.96%	13.14%	0%	22.72	4.95	4.61	8.99	2.66	18608	22809	2511	166.7	1.21	2.85	11650	22	0

Obrázek 3.1: Údaje o šampionech. Zdroj [statistiky stránky champion.gg](http://statistiky.stranky.champion.gg). Data pro všechny šampiony na těch pozicích, na kterých mají v rámci hodnocených her odehraných alespoň 100 her.

Rank	Pořadí	Pomocná hodnota
Champion	Šampion	Šampion, ke kterému se hodnota vztahuji
Role	Pozice	Pozice šampiona, ke kterému se hodnota vztahuji
Win Percent	Procento vyhraných her	Odhad pravděpodobnosti výhry šampiona bez ohledu na nepřítele
Play Percent	Procento výskytu ve hře	Relativní četnost výskytu šampiona ve hře
Ban Rate	Procento zákazů ve hře	Relativní četnost s jakou je daný šampion zakázán
Playerbase Avg. Games	Prům. hráčská základna	Prům. počet her odehraných jedním hráčem s daným šampionem
Kills	Zabití	Prům. počet zabití nepřátelských šampionů
Deaths	Smrti	Prům. počet úmrtí šampiona
Assists	Asistence	Prům. počet asistencí při zabití nepřátelských šampionů
Largest Killing Spree	Největší řádění	Prům. největší počet zabití v průběhu jednoho souboje
Damage Dealt	Způsobené poškození	Prům. celkové způsobené poškození nepřátelským šampionům
Damage Taken	Obdržené poškození	Prům. celkové poškození, které šampion obdržel
Total Healing	Celkové léčení	Prům. celkové léčení (sebe i ostatních) způsobené šampionem
Minions Killed	Zabitých poskoků	Počet zabitých poskoků
Enemy Jungle CS	Zabitých nepřátelských monster	Počet zabitých monster v nepřátelské jungli
Team Jungle CS	Zabitých našich monster	Počet zabitých monster ve své jungli
Gold Earned	Obdržených zlaťáků	Počet obdržených zlaťáků
Role Position	Pořadí v rámci pozice	Pořadí v rámci pozice

Tabulka 3.1: Význam proměnných z obr. 3.1 a obr. 3.2

Type	Matchup Average	Change	Matchup Average	Change
Win Rate	47.67%	↓ 9.26	52.32%	↓ 2.01
Gold Earned	12692	↓ 693	12687	↓ 57
Kills	6.28	↓ 0.94	7.95	↑ 0.22
Deaths	6.14	↑ 0.34	6.27	↓ 0.4
Assists	5.65	↓ 0.45	6.33	↓ 0.27
Damage Dealt	19676	↓ 4576	22439	↓ 904
Damage Taken	23093	↑ 335	21869	↓ 113
Minions Killed	206.65	↓ 5.36	183.09	↑ 0.48

Obrázek 3.2: Ukázka výkonu šampiona ve dvojici na dané pozici, pokud v této dvojici odehrál alespoň 100 her. Konkrétně výkon šampiona Graves proti šampionovi Quinn na pozici Top. Šampion Graves má v této dvojici hodnotu „Win rate“ 47,67%.



Obrázek 3.3: Ukázka pozic šampiona, konkrétně Graves, na kterých hraje, včetně relativní četnosti výskytu na této pozici. Zdroj [šampion Graves na stránce champion.gg](#). Hodnoty na obrázku nejsou totožné s použitými hodnotami. Datum pořízení dat a datum pořízení obrázku se liší.

Pro každého šampiona zvlášť mám data o pozicích, na kterých hraje, včetně relativní četnosti výskytu na této pozici, viz obr. 3.3. Obrázek je pouze ilustrační, datum jeho pořízení se liší od data pořízení dat. Použité hodnoty jsou 38,41% (Top), 31,45% (Jungle) a 26,68% (Adc) se součtem 96,54%. Součet relativních četností výskytu není roven 100%, protože Graves byl hrán na ostatních pozicích (Mid, Support), nebo proti ostatním šampionům, než pro které má záznam ve dvojici, avšak počet her nedosáhl hodnoty alespoň 100. Tyto hry tedy nejsou obsaženy v datech. Procenta her bude třeba znormovat tak, aby jejich součet dal 100%.

Champion ↕	Primary ↕	Secondary ↕
 Aatrox	Fighter	Tank
 Ahri	Mage	Assassin
 Akali	Assassin	
 Alistar	Tank	Support
 Amumu	Tank	Mage
 Anivia	Mage	Support
 Annie	Mage	
 Ashe	Marksman	Support
 Aurelion Sol	Mage	
 Azir	Mage	Marksman
 Bard	Support	Mage

Obrázek 3.4: Získaná data rolí šampionů ze stránky [lolwiki](#). V seznamu je šampion „Aurelion Sol“, který však není v práci obsažen.

Poslední dostupná informace pro šampiony je seznam rolí, které může šampion zastat, viz obr. 3.4. Je zde uveden také šampion „Aurelion Sol“, který však není obsažený v datech. To z toho důvodu, že jsem se zastavil v čase, kdy tento šampion ještě ve hře nebyl. Tento obrázek byl pořízen později.

Jelikož cílem hry je vyhrát, budu se snažit dát hráči takové doporučení, abych jeho šanci na výhru co nejvíce zvýšil. Z tohoto důvodu budu brát v potaz hodnoty

„Win percent“, tedy odhady pravděpodobností výhry šampiona na jednotlivých pozicích, a také „Win rate“, tedy odhady pravděpodobností výhry šampiona proti jinému specifickému šampionovi na jednotlivých pozicích. Pojdme si tyto hodnoty více přiblížit.

Uvažuji náhodnou veličinu  $X_i \sim Alt(p_i)$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál šampion  $i$  na dané pozici. Má alternativní rozdělení s parametrem  $p_i$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje šampion  $i$  na dané pozici. Uvažuji, že šampion  $i$  odehrál  $n_i$  her. Mám tedy  $n_i$  pozorování, která si označím  $x_{ig}$ , kde  $g = 1, \dots, n_i$ . Chci odhadnout  $p_i \forall i = 1, \dots, 129$ . Pro  $\forall g = 1, \dots, n_i$  platí:

$$x_{ig} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu } i\text{-tého šampiona v } g\text{-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu } i\text{-tého šampiona v } g\text{-té hře} \end{cases}$$

$$\hat{p}_i = \frac{\sum_{g=1}^{n_i} x_{ig}}{n_i} = WP_i \quad \forall i = 1, \dots, 129 \quad WP_i \in \langle 0, 1 \rangle.$$

Označím „Win percent“ jako  $WP_i$ , který využiji pro práci v MATLABu. Pro převod na procenta je třeba výslednou hodnotu vynásobit stem.

Uvažuji náhodnou veličinu  $X_{ij} \sim Alt(p_{ij})$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál šampion  $i$  proti šampionovi  $j$  na dané pozici. Má alternativní rozdělení s parametrem  $p_{ij}$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje šampion  $i$  proti šampionovi  $j$  na dané pozici. Uvažuji, že šampion  $i$  odehrál proti šampionovi  $j$  celkově  $n_{ij}$  her. Mám tedy  $n_{ij}$  pozorování, která si označím  $x_{ijg}$ , kde  $g = 1, \dots, n_{ij}$ . Chci odhadnout  $p_{ij} \forall i, j = 1, \dots, 129$ . Pro  $\forall g = 1, \dots, n_{ij}$  platí:

$$x_{ijg} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu } i\text{-tého šampiona proti } j\text{-tému šampionovi v } g\text{-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu } i\text{-tého šampiona proti } j\text{-tému šampionovi v } g\text{-té hře} \end{cases}$$

$$\hat{p}_{ij} = \frac{\sum_{g=1}^{n_{ij}} x_{ijg}}{n_{ij}} = WR_{ij} \quad \forall i, j = 1, \dots, 129 \quad WR_{ij} \in \langle 0, 1 \rangle.$$

Označím „Win rate“ jako  $WR_{ij}$ , který využiji pro práci v MATLABu. Pro převod na procenta je třeba výslednou hodnotu vynásobit stem.

Hodnoty  $WR_{ij}$  použiji vždy, když budu znát šampiona na stejné pozici a budu chtít dát proti němu doporučení. Pro šampiony na pozicích Adc a Support, kteří se hrají na lajně Bottom (dva proti dvěma), mám k dispozici navíc i další údaje:

1. Údaje o spolupráci mezi partnerskou dvojicí Adc + Support.
2. Údaje o výkonu šampiona na pozici Adc proti šampionovi na pozici Support z protějšího týmu.
3. Údaje o výkonu šampiona na pozici Support proti šampionovi na pozici Adc z protějšího týmu.

Pro lajnu Bottom budu chtít dát doporučení vůči všem šampionům na této lajně. Předpokládám, že vybírám na pozici Adc. Všechny členy si označím pomocí indexů viz tabulka 3.2

Pozice	Náš tým	Jejich tým
Adc	i	j
Support	l	k

Tabulka 3.2: Tabulka indexů pro Bottom lajnu

Uvažuji náhodnou veličinu  $BAX_{ij} \sim Alt(p_{ij})$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál Adc  $i$  proti Adc  $j$  na lajně Bottom. Má alternativní rozdělení s parametrem  $p_{ij}$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje Adc  $i$  proti Adc  $j$  na lajně Bottom. Uvažuji, že Adc  $i$  odehrál proti Adc  $j$  celkově  $n_{ij}$  her. Mám tedy  $n_{ij}$  pozorování, která si označím  $baX_{ijg}$ , kde  $g = 1, \dots, n_{ij}$ . Chci odhadnout  $p_{ij} \forall i, j = 1, \dots, 129$ . Pro  $\forall g = 1, \dots, n_{ij}$  platí:

$$baX_{ijg} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu i-tého Adc proti j-tému Adc v g-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu i-tého Adc proti j-tému Adc v g-té hře} \end{cases}$$

$$\widehat{p}_{ij} = \frac{\sum_{g=1}^{n_{ij}} baX_{ijg}}{n_{ij}} = BAWR_{ij} \quad \forall i, j = 1, \dots, 129 \quad BAWR_{ij} \in \langle 0, 1 \rangle.$$

Uvažuji náhodnou veličinu  $BSX_{ik} \sim Alt(p_{ik})$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál Adc  $i$  proti Supportovi  $k$  na lajně Bottom. Má alternativní

rozdělení s parametrem  $p_{ik}$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje Adc  $i$  proti Supportovi  $k$ . Uvažuji, že Adc  $i$  odehrál proti Supportovi  $k$  celkově  $n_{ik}$  her. Mám tedy  $n_{ik}$  pozorování, která si označím  $bsx_{ikg}$ , kde  $g = 1, \dots, n_{ik}$ . Chci odhadnout  $p_{ik} \forall i, k = 1, \dots, 129$ . Pro  $\forall g = 1, \dots, n_{ik}$  platí:

$$bsx_{ikg} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu } i\text{-tého Adc proti } k\text{-tému Supportovi v } g\text{-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu } i\text{-tého Adc proti } k\text{-tému Supportovi v } g\text{-té hře} \end{cases}$$

$$\widehat{p}_{ik} = \frac{\sum_{g=1}^{n_{ik}} bsx_{ikg}}{n_{ik}} = BSWR_{ik} \quad \forall i, k = 1, \dots, 129 \quad BSWR_{ik} \in \langle 0, 1 \rangle.$$

Uvažuji náhodnou veličinu  $BMX_{il} \sim Alt(p_{il})$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál Adc  $i$  se spřáteleným Supportem  $l$  na lajně Bottom. Má alternativní rozdělení s parametrem  $p_{il}$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje Adc  $i$  se spřáteleným Supportem  $l$ . Uvažuji, že Adc  $i$  odehrál se spřáteleným Supportem  $l$  celkově  $n_{il}$  her. Mám tedy  $n_{il}$  pozorování, která si označím  $bm x_{ilg}$ , kde  $g = 1, \dots, n_{il}$ . Chci odhadnout  $p_{il} \forall i, l = 1, \dots, 129$ . Pro  $\forall g = 1, \dots, n_{il}$  platí:

$$bm x_{ilg} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu } i\text{-tého Adc s } l\text{-tým spřáteleným Supportem v } g\text{-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu } i\text{-tého Adc s } l\text{-tým spřáteleným Supportem v } g\text{-té hře} \end{cases}$$

$$\widehat{p}_{il} = \frac{\sum_{g=1}^{n_{il}} bm x_{ilg}}{n_{il}} = BMWR_{il} \quad \forall i, l = 1, \dots, 129 \quad BMWR_{il} \in \langle 0, 1 \rangle.$$

Společnost Riot Games se snaží, aby všichni šampioni byli vyrovnaní a nikdo nepřevyšoval nad ostatními. Hodnota „Win percent“ se pohybuje pro všechny šampiony kolem hodnoty 0,5. Hodnoty „Win rate“ se však mohou značně lišit. Pokud budu vědět, kdo je proti mně, budu se snažit vybrat co nejlepší variantu proti němu. Nebudu-li to však vědět, budu se snažit dát doporučení na co nejsilnějšího šampiona. K tomu budu využívat statistická data nejen o šampionech samotných, ale přihlédnou i ke schopnostem hráče.

## 3.2. Hráči

Data hráčů jsem čerpal ze stránky [op.gg](#) pro server EUNE. Jsou zde data pro všechny hráče, konkrétně přehled výkonu hráče se všemi šampiony, s nimiž hrál. Příklad těchto dat uvádím na obr. 3.5, kde je přehled výkonu hráče Tyltor s šampiony, s nimiž má odehranou alespoň jednu hru. Pro každého takového šampiona mám informace jako např. jméno šampiona, počet vyhraných her, počet prohraných her, procento vyhraných her („Win percent player“) atd.

#	Champion	Played	KDA	Gold	CS	Turrets Killed	Max Kills	Max Deaths	Average Damage Taken	Average Damage Dealt	Double Kill	Triple Kill	Quadra Kill
1	Shyvana	13W 16L 45%	7.1 / 7.9 / 7.3 1.83:1	14,109	85.8	1.38	15	15	203,425	36,656	17	2	
2	Sejuani	9W 7L 56%	8.1 / 8.2 / 11.2 2.35:1	14,108	76.2	0.25	18	13	175,559	35,468	15	1	
3	Leona	9W 5L 64%	2.2 / 6.5 / 13.5 2.42:1	10,571	62.1	0.36	8	10	43,728	26,290	2		
4	Zac	9W 5L 64%	5.1 / 5.3 / 12.6 3.36:1	11,765	58.6	0.43	12	10	133,509	37,842	7		
5	Ekko	2W 11L 15%	6.8 / 9.2 / 6.9 1.50:1	10,899	78.7	0.31	15	15	125,666	31,513	10	4	

Obrázek 3.5: Přehled výkonu hráče „Tyltor“ s šampiony, s nimiž má odehranou alespoň jednu hru. Zdroj: [profil hráče Tyltor na stránce op.gg](#).

Uvažuji náhodnou veličinu  $Y_{ih} \sim \text{Alt}(r_{ih})$ , která popisuje výsledek zápasu, ve kterém hrál hráč  $h$  s šampionem  $i$ . Má alternativní rozdělení s parametrem  $r_{ih}$ , což je pravděpodobnost výhry týmu, v němž hraje hráč  $h$  s šampionem  $i$ . Uvažuji, že hráč  $h$  odehrál s šampionem  $i$  celkově  $m_{ih}$  her. Mám tedy  $m_{ih}$  pozorování, která si označím  $y_{ihg}$ , kde  $g = 1, \dots, m_{ih}$ . Chci odhadnout  $r_{ih} \forall i = 1, \dots, N_h$ ,  $\forall h = 1, \dots, M$ , kde  $N_h$  je počet všech šampionů, s nimiž hráč  $h$  hrál a  $M$  je počet všech hráčů. Pro  $\forall k = 1, \dots, m_{ih}$  platí:

$$y_{ihk} = \begin{cases} 1, & \text{výhra týmu h-tého hráče hrajícího s i-tým šampionem v k-té hře} \\ 0, & \text{prohra týmu h-tého hráče hrajícího s i-tým šampionem v k-té hře} \end{cases}$$

$$\widehat{r}_{ih} = \frac{\sum_{k=1}^{m_{ih}} y_{ihk}}{m_{ih}} = WPP_{ih} \quad \forall i = 1, \dots, N_h, \forall h = 1, \dots, M \quad WPP_{ih} \in \langle 0, 1 \rangle.$$



Označím „Win percent player“ jako  $WPP_{ih}$ , který využiji pro práci v MATLABu. Pro převod na procenta je třeba výslednou hodnotu vynásobit stem.

### 3.3. Přehled dat využitých v modelu

Pro každého šampiona  $i$  využiji informace o tom:

- Jaké je procento vyhraných her na dané pozici ( $WP_i$ ).
- Jaké je procento vyhraných her na dané pozici proti šampionovi  $j$  ( $WR_{ij}$ ).
- Jaké je procento vyhraných her na lajně Bottom ve vztahu vůči ostatním šampionům na této lajně ( $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$ ,  $BMWR_{il}$ ).
- Kolik her odehrál na dané pozici proti specifickému šampionovi.
- Jaké role může zastat (Mage, Marksman, Tank, ...).
- Jaká je relativní četnost výskytu na dané pozici (Top, Jungle, Mid, Adc, Support).

Pro každého hráče využiji informace o tom:

- Kolik her odehrál s daným šampionem
- Kolik her vyhrál s daným šampionem
- Jaké má procento vyhraných her s daným šampionem ( $WPP_{ih}$ )

# Kapitola 4

## Zpracování dostupných dat

Veškerá data zpracovaná do souborů jsou v příloze diplomové práce. Jména souborů vždy uvádím v uvozovkách včetně koncovky souboru. Jednotlivé šampiony budu značit pomocí číselné hodnoty představující pořadí v abecedně seřazeném seznamu šampionů. Tuto hodnotu si označím „ID“. Seznam šampionů včetně ID je obsažen ve volně vložené příloze diplomové práce. V této kapitole jsem čerpal z [2], [3], [4], [5], [6] a [9].

### 4.1. Dvojice šampionů na jednotlivých pozicích

Jelikož nemůžu získat celkovou databázi, musím jednotlivá data pro dvojice šampionů posbírat manuálně. Veškerá data šampionů jsem sbíral ze stránky [champion.gg](http://champion.gg). Jednotlivá data si rozdělím podle pozic. Začnu s pozicí Top, pro ostatní pozice bude postup stejný.

Získání dat není úplně jednoduchý úkol, jde o jisté dobrodružství. Pokud bych zpracování dat přirovnal ke složení skládačky, proces získání dat by byl procesem hledání jednotlivých dílků skládačky na různých místech. Pro pozici Top mám záznam pro 52 šampionů. Otevřu si stránku každého z nich zvlášť, jako příklad uvedu postup pro šampiona Graves. Ve spodní části stránky je oddíl „Top Champions that Counter Graves“, kde je seznam těch šampionů, proti nimž hrál Graves na pozici Top alespoň 100 her (podmínka na data, kterou jsem si na stránce zvolil). Jejich počet je z podstaty věci menší, nebo roven počtu šampionů,

pro které mám záznam, tedy 52 pro pozici Top. Pro Gravese jich je 33. U každého šampiona se mi po kliknutí na ikonu grafu zobrazí jednotlivá data pro dvojice šampionů, viz obr. 3.2. Data si zkopíruji do Excelovského souboru, který si nazvu „1 Top - data.xlsx“, viz tabulka 4.1.

	A	B	C	D	E
1	Pantheon				
2	176 Games				
3	47,72%				
4	Matchup Perf.				
5					
6	Gold Over Time				
7					
8	Graves Pantheon				
9					
10					
11	Type	Matchup Avg.	Change	Matchup Avg.	Change
12	Win Rate	47,72%	9,46	52,27%	3,98
13	Gold Earned	13113	261	12405	117
14	Kills	7,18	0,07	8,84	0,17
15	Deaths	6,94	1,16	6,32	0,01
16	Assists	6,62	0,5	7,2	0,58
17	Damage Dealt	21753	2493	22326	250
18	Damage Taken	24129	1462	24058	707
19	Minions Killed	195,55	15,97	146,64	5,74

Tabulka 4.1: Ukázka dat získaných z obr. 3.2. Konkrétně výkon šampiona Graves proti šampionovi Pantheon.

Když se na data podívám, zjistím, že do buňky A8 se mi sloučila jména obou šampionů (Graves a Pantheon). Chci tato dvě jména v samostatných buňkách. Využiji funkce „ZLEVA“, „ZPRAVA“ a „HLEDAT“, pomocí nichž rozdělím řetězec se jmény šampionů, viz tabulka 4.2.

	G	H	I	J	K	L
7	Délka jména					
8	7					
9	Graves Pantheon	Graves	Pantheon	Top	176	47,72%

Tabulka 4.2: V buňce G9 máme spojená obě jména Graves a Pantheon. G8 spočítá délku prvního jména a v buňkách H9 a I9 jsou již jména rozdělena samostatně.

```

G8=HLEDAT(" ";G9;1)
G9=A8
H9=ZLEVA(G9; G8-1)
I9=ZPRAVA(G9;DÉLKA(G9)-G8)
J9=Top
K9=ZLEVA(A2;HLEDAT(" ";A2;1))
M9=B12

```

Tento postup provedu i pro ostatní dvojice na pozici Top. Data ze sloupce H – L si zkopíruji na nový list, kde si je následně abecedně seřadím, nejprve podle sloupce A a následně podle sloupce B. Ve sloupcích mám hodnoty o tom, jaké procento vyhraných her „Win rate“ má šampion A (Graves) proti šampionovi B (Pantheon) na pozici Top a počet odehraných her v této dvojici, viz tabulka 4.3.

	A	B	C	D	E
1	kdo	proti komu	winrate sloupce A	pozice	počet her
2	Aatrox	Darius	0,5433	Top	127
3	Aatrox	Fiora	0,505	Top	200
4	Aatrox	Gangplank	0,5079	Top	126
5	Aatrox	Garen	0,4181	Top	110
6	Aatrox	Jax	0,4158	Top	101

Tabulka 4.3: Abecedně seřazený seznam „Win rate“ ve dvojicích šampionů včetně počtu odehraných her v této dvojici

Cílem je z těchto dat vytvořit matici  $WR_{Top} = (WR_{ij})_{i,j=1}^{129}$  takovou, že  $WR_{ij}$  bude představovat „Win rate“ šampiona  $i$  proti šampionovi  $j$ , kde  $i, j = 1, \dots, 129$ . Tuto matici si vytvořím pomocí MATLABu, konkrétně souboru „topcountry.m“. Výslednou matici si uložím také do původního Excelu na list „Matice vztahů % win rate“, viz tabulka 4.4.

Všimnul jsem si dvou významných faktorů. Za prvé, moje matice je řídká, tedy obsahuje spousty nulových hodnot, a za druhé, většina hodnot ve sloupci E („Win percent“), nabývá hodnot „NaN“. To z toho důvodu, že matice je pro vztah všech šampionů proti všem šampionům, a popisuje procenta vyhraných her na pozici Top, přičemž ne všichni šampioni se hrají na této pozici. U některých šampionů se

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	šampion	ID	pozice	č. pozice	Win percent	Aatrox	Ahri	Akali
2	Aatrox	1	top	1	0,5021	0	0	0
3	Ahri	2	top	1	NaN	0	0	0
4	Akali	3	top	1	0,5216	0	0	0
5	Alistar	4	top	1	NaN	0	0	0

Tabulka 4.4: Matice vztahů % win rate. Postupně ve sloupcích A-E jsou hodnoty: jméno šampiona, ID, pozice, číslo pozice a jeho „Win percent“. Ve sloupcích F – ED mám v prvním řádku jména šampionů a v ostatních řádcích matici  $WR_{Top}$  = procento vyhraných her šampiona v řádku proti šampionovi ve sloupci.

dokonce může stát, že má hodnotu „Win percent“ (hraje se na pozici Top), avšak celý příslušný řádek (resp. sloupec) je nulový. To z toho důvodu, že mám pouze data splňující nastavenou podmínku na alespoň 100 odehraných her. Pokud se například daný šampion vyskytnul na pozici Top proti pěti různým šampionům a proti každému z nich odehrál 25 her, má celkově 125 odehraných her na pozici Top a tedy má hodnotu „Win percent“, avšak nemá dostatek odehraných her pro jednotlivé dvojice a tedy postrádá hodnoty „Win rate“.

Šampiony (příslušné řádky i sloupce), kteří mají všechny hodnoty „Win rate“ nulové, i když mají záznam pro hodnotu „Win percent“, jsem odstranil. Tím jsem získal novou matici  $Top = \{WR_{ij}\}_{i,j=1}^M$ , kde  $WR_{ij}$  představuje odhad pravděpodobnosti výhry týmu šampiona  $i$  proti šampionovi  $j$ , kde  $i, j = \{1, \dots, M\}$ , pro celkový počet šampionů  $M = 52$  hrajících na pozici Top. Viz tabulka 4.5

	A	B	C	D	E	F	G
1	Sampion	ID	Pozice	Cislo_Pozice	Winrate	Aatrox	Akali
2	Aatrox	1	top	1	0,5021	0	0
3	Akali	3	top	1	0,5216	0	0
4	Darius	17	top	1	0,4947	0,4566	0
5	Dr, Mundo	19	top	1	0,5055	0	0
6	Ekko	21	top	1	0,4907	0	0

Tabulka 4.5: Tabulka 4.4 očištěna o nulové řádky a sloupce. Obsahuje pouze šampiony, kteří se vyskytují na pozici Top.

Stejný postup jsem použil, abych získal matice pro pozice Jungle, Mid, Adc

a Support. Následně si vytvořím nový soubor Excelu, který pojmenuji „Celkový přehled Win rate na listech.xlsx“, kam na jednotlivé listy „Top“, „Jungle“, „Mid“, „Adc“ a „Supp“ zapíšu odpovídající výsledky zpracování dat.

Nyní si v MATLABu vytvořím 5 matic „top“, „jungle“, „mid“, „adc“ a „supp“. Tyto matice následně uložím do souboru „country.mat“, se kterým budu pracovat později.

## 4.2. Vzájemné vztahy pro lajnu Bottom

Na lajně Bottom musím brát v potaz více vzájemných vztahů. Mám odhady pravděpodobností výhry našeho týmu  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMWR_{il}$  pro jevy: výhra týmu šampiona  $i$  proti týmu šampiona  $j$ , výhra týmu šampiona  $i$  proti týmu šampiona  $k$  a výhra týmu šampiona  $i$  s šampionem  $l$ . Jsou to situace kdy znám právě jednoho šampiona  $(j, k, l)$  na lajně Bottom a snažím se dát doporučení na vhodného šampiona  $i$ . Mohu se však dostat do situace, kdy znám všechny tři šampiony  $(j, k, l)$ . Chci zjistit sdruženou pravděpodobnost  $BASMWR_{ijkl}$  nastání všech tří jevů současně. Kdyby jednotlivé jevy byly nezávislé, mohu sdruženou pravděpodobnost  $BASMWR_{ijkl}$  získat roznásobením marginálních pravděpodobností  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMWR_{il}$ . Jelikož však nejsou, přejdu k rozhodovacímu problému. Pro naplnění celkového cíle použiji Metodu zobecnění dílčích cílů. K tomu využiji Choquetův integrál, pro který platí, že v případě extrémní synergie odpovídá operátoru minimum. Případ extrémní synergie nastane tehdy, když naplnění dílčího cíle nemá vliv na celkové hodnocení, dokud nejsou dosaženy všechny dílčí cíle. Mám-li k dispozici odhady pravděpodobností výhry pro všechny tři jevy, každý sám má pro mě nulovou hodnotu, zatímco kombinace všech tří jevů dohromady má pro mě hodnotu nejvyšší možnou.

$$BASMWR_{ijkl} = \min(BAWR_{ij}, BSWR_{ik}, BMWR_{il}).$$

Stejně budu postupovat pro situaci, kdy znám právě dva šampiony  $(j, k)$  nebo

l) na lajně Bottom, když se snažím doporučit vhodného šampiona  $i$ .

$$BASWR_{ijk} = \min(BAWR_{ij}, BSWR_{ik}),$$

$$BAMWR_{ijl} = \min(BAWR_{ij}, BMWR_{il}),$$

$$BSMWR_{ikl} = \min(BSWR_{ik}, BMWR_{il}).$$

Při zpracování vzájemných vztahů postupuji obdobně jako při tvorbě matice pro pozici Top. Rozdíl je v tom, že výsledné matice nejsou čtvercové, protože se zde vyskytují vzájemné vztahy pro dvojice Adc vs Support, Support vs Adc, ale také vztahy v rámci našeho týmu Adc + Support a Support + Adc. Příklad uvedu pro dvojici Adc vs Support.

Vytvořím si matici  $AdcvsSupp = \{WR_{ik}\}$  takovou, že  $WR_{ik}$  bude představovat odhad pravděpodobnosti výhry týmu s Adc  $i$  se Supportem  $k$ , kde  $i = \{1, \dots, 18\}, k = \{1, \dots, 25\}$ . Viz tabulka 4.6

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Šampion	ID	Alistar	Annie	Bard	Blitzcrank	Brand	Braum
2	ID		4	7	10	11	12	13
3	Ashe	8	0,4872	0	0,5081	0,4803	0,4892	0,5161
4	Caitlyn	14	0,4653	0,5503	0,4914	0,4314	0,4661	0,4773
5	Corki	16	0,5334	0,5434	0,5499	0,5005	0,538	0,5358
6	Draven	20	0,5035	0,5302	0,5042	0,4606	0,5239	0,4697
7	Ezreal	24	0,5097	0,5751	0,5311	0,4911	0,5232	0,5074

Tabulka 4.6: Ve sloupci A jsou jména šampionů a ve sloupci B čísla abecedně seřazených šampionů s pozicí Adc. V prvním řádku jsou jména šampionů a v druhém řádku čísla abecedně seřazených šampionů s pozicí Support.

Výsledné matice uložím do souboru „bottom na listech.xlsx“, kam na jednotlivé listy „Adc vs Supp“, „Supp vs Adc“, „Adc syn Supp“ a „Supp syn Adc“ zapíšu odpovídající výsledky zpracování dat („syn“ budu používat jako značení pro vzájemný vztah dvojice v rámci jednoho týmu). V MATLABu vytvořím 4 matice „adcvssupp“, „suppvsadc“, „adcsynsupp“, „suppsynadc“. Tyto matice následně uložím do souboru „bottom.mat“.

### 4.3. Role šampionů

Data pro role šampionů použiji ze stránky [lolwiki](#). Jednotlivé záznamy však nejsou zcela aktuální a proto je třeba je upravit. Šampionům způsobujícím převážně magické poškození jsem doplnil roli „Mage“. Šampionům, kteří mohou zastávat roli „Support“ jsem ji doplnil a těm, kteří to již nedokáží, jsem ji naopak odstranil. Šampionům, kteří mají pouze primární roli, jsem do pole sekundární role doplnil záznam „N/A“ („Not available“).

	A	B	C	D
1	Aatrox	1	Fighter	Tank
2	Ahri	2	Mage	Assassin
3	Akali	3	Assassin	Mage
4	Alistar	4	Tank	Support
5	Amumu	5	Tank	Mage
6	Anivia	6	Mage	N/A
7	Annie	7	Mage	Support
8	Ashe	8	Marksman	N/A
9	Azir	9	Mage	N/A
10	Bard	10	Support	Mage

Tabulka 4.7: Zpracovaná data z obr. 3.4. Ve sloupci A jsou jména šampionů, ve sloupci B ID šampionů, ve sloupci C primární role a ve sloupci D sekundární role.

Nyní si v MATLABu vytvořím matici „sampioni“, kterou si následně uložím do souboru „cetnosti.mat“.

### 4.4. Relativní četnosti výskytu šampionů na pozicích

Data, která mám, nedávají relativní četnosti výskytu pro veškeré pozice, ale pouze pro ty, které jsou nenulové. Tyto pozice jsou pro každého šampiona jiné. Data si nejprve znormuji, aby součet všech četností šampiona byl roven 100%. Příklad uvedu na šampionovi Graves z obr. 3.3. Jak již bylo zmíněno výše, obrázek je pouze ilustrační, použité hodnoty jsou 38,41%, 31,45% a 26,68 pro pozice Top, Jungle a Adc. Celkový součet je 96,54%. Každou hodnotu vydělím součtem a



následně vynásobím stem, tedy:

$$\frac{38,41}{96,54} \cdot 100 = 39,74$$

$$\frac{31,45}{96,54} \cdot 100 = 32,58$$

$$\frac{26,68}{96,54} \cdot 100 = 27,63.$$

Takto si znormuji všechny relativní četnosti pro všechny šampiony a následně je zapíšu do tabulky viz 4.8

	A	B	C	D	E
1	Aatrox	Akali	Annie	Brand	Cassiopeia
2	Top	Top	Middle	Middle	Middle
3	63,73366265	68,48972491	78,84879907	56,09883782	85,29166667
4	Jungle	Middle	Support	Support	Top
5	36,26633735	31,51027509	21,15120093	43,90116218	14,70833333
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0

Tabulka 4.8: Znормovaná data relativních četností výskytu na pozicích. Každý šampion se může vyskytovat až na pěti různých pozicích. Jednotlivé pozice zobrazené v řádku 2 a 4 jsou pro každého šampiona jiné. Nuly značí, že se šampion na jiných pozicích nevyskytuje.

Nejprve si data potřebuji převést na jednotný formát. K tomu si vytvořím pro každého šampiona sloupec, kde si do prvního řádku napíšu jeho jméno a do sudých řádků (2-10) pozice Top, Jungle, Middle, ADC a Support. Do lichých řádků (3-11) použiji funkci „VVYHLEDAT“ a doplním relativní četnosti.

	A	B	C
1	Aatrox	Akali	Annie
2	Top	Top	Top
3	63,73366265	68,48972491	#NENÍ_K_DISPOZICI
4	Jungle	Jungle	Jungle
5	36,26633735	#NENÍ_K_DISPOZICI	#NENÍ_K_DISPOZICI
6	Middle	Middle	Middle
7	#NENÍ_K_DISPOZICI	31,51027509	78,84879907
8	ADC	ADC	ADC
9	#NENÍ_K_DISPOZICI	#NENÍ_K_DISPOZICI	#NENÍ_K_DISPOZICI
10	Support	Support	Support
11	#NENÍ_K_DISPOZICI	#NENÍ_K_DISPOZICI	21,15120093

Tabulka 4.9: Relativní četnosti si nejprve převedu do formátu, abych měl v jednom řádku vždy stejné pozice.

```
=VVYHLEDAT(I24;I$1:I$9;POZVYHLEDAT(I24;I$1:I$9;0)+1;PRAVDA)
```

Abych se zbavil hodnot „#NENÍ\_K\_DISPOZICI“, využiji funkce „KDYŽ“ a „JE.CHYBHODN“, konkrétně:

```
=KDYŽ(JE.CHYBHODN(I13);0;I13)
```

Výsledné četnosti si převedu do tvaru matice s rozměry 5x129, kterou transponuji, viz [4.10](#)

Matici si uložím do MATLABu jako proměnnou „cetnosti.mat“.

## 4.5. Data hráčů

Jelikož nemůžu získat celkovou databázi, musím jednotlivá data posbírat manuálně. Veškerá data hráčů jsem sbíral ze stránky [op.gg serveru EUNE](#). Na rozdíl od databáze šampionů, která obsahuje data pro 129 šampionů, databáze hráčů obsahuje data pro cca 32 milionů hráčů. Nebudu tedy zpracovávat data pro všechny hráče, ale vyberu si pouze omezený počet hráčů, které uvedu jako příklad. Konkrétně jsem si vybral hráče s přezdívkami 'Tyltor', 'ITThreshy', 'Liuc', 'kuruzuka', 'Ostry213', 'Zemixs', 'Cobass', 'L0renSmith', 'lakiwwo' a 'RX1'.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Číslo	Šampion	Top	Jungle	Middle	ADC	Support
2	1	Aatrox	63,7	36,3	0	0	0
3	2	Ahri	0	0	100	0	0
4	3	Akali	68,5	0	31,5	0	0
5	4	Alistar	0	0	0	0	100
6	5	Amumu	0	100	0	0	0
7	6	Anivia	0	0	100	0	0
8	7	Annie	0	0	78,8	0	21,2
9	8	Ashe	0	0	0	100	0
10	9	Azir	0	0	100	0	0
11	10	Bard	0	0	0	0	100

Tabulka 4.10: Relativní četnosti výskytu šampiona na jednotlivých pozicích. Sloupce C - D a řádky 2 - 130 tvoří matici četností.

Otevřu si profil každého hráče zvlášť, jako příklad uvedu postup pro hráče [Tyltor](#). Získaná data si zkopíruju do Excel souboru, který si nazvu „hráči.xlsx“, viz tabulka 4.11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1,00	Shyvana								
2	Shyvana									
3	13W16L 45%									
4	7.1 / 7.9 / 7.3									
5	1.83:1	14109	85,8	1,38	15	15	203425	36656	17	2

Tabulka 4.11: Ukázka dat získaných z obr. 3.5. V buňce A3 je řetězec obsahující počet výher (13), počet proher (16) a procento vyhraných her  $WPP_{90,1}$  hráče Tyltor s šampionem Shyvana (45%).

Když se na data podívám, zjistím, že do buňky A3 se mi sloučil počet vyhraných her, počet prohraných her a procento vyhraných her. Do tabulky 4.12 si data upravím. Nejprve chci rozdělit počet vyhraných a prohraných her do samostatných buněk, k tomu využiji funkce „KDYŽ“ a „ČÁST“, pomocí nichž tento řetězec rozdělím. Dále si vypíšu ID šampiona Shyvana, a také součet vyhraných a prohraných her s šampionem Shyvana. Pro rozdělení počtu vyhraných a prohraných her využiji funkci „HLEDAT“, která mi vyhledá pozici písmene „W“,

případně „L“ v řetězci. To proto, že se tato pozice mění podle toho, kolik cifer má číslo popisující počet vyhraných, případně prohraných her. Následně použiji funkci „JE.CHYBHODN“ v případě, kdy hráč nemá s daným šampionem žádnou vyhranou, případně prohranou hru. Výsledek znázorňuje tabulka 4.12.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	Shyvana	90	13	16	29
2	Shyvana	3					
3	13W16L 45%	6					
4	7,1 / 7,9 / 7,3	3					
5	1,83:1	6					

Tabulka 4.12: Upravená data hráče Tyltor. V prvním řádku je v buňce C jméno šampiona, D jeho ID, E počet vyhraných her, F počet prohraných her a G počet všech her.

```
B2=HLEDAT("W";A3;1)
```

```
B3=HLEDAT("L";A3;1)
```

```
B4=KDYŽ(JE.CHYBHODN(B2);0;B2)
```

```
B5=KDYŽ(JE.CHYBHODN(B3);0;B3)
```

```
C1=A2
```

```
D1=VVYHLEDAT(C1;Seznam!$A$1:$DY$2;2;NEPRAVDA)
```

```
E1=KDYŽ(B4=0;0;ČÁST(A3;$B$1;B4-1))
```

```
F1=KDYŽ(B5=0;0;ČÁST(A3;B4+1;B5-B4-1))
```

```
G1=E1+F1
```

Ze všech takto zpracovaných šampionů hráče Tyltor vytvořím matici rozměru 37x4, kde ve sloupcích mám hodnoty ID, počet vyhraných her, počet prohraných her a počet odehraných her, viz tabulka 4.13.

Nyní si v MATLABu vytvořím 10 matic 'hrac1',..., 'hrac10', do kterých si uložím přehled výkonu jednotlivých šampionů v pořadí uvedeném výše. Tyto matice následně uložím do souboru „hraci.mat“.

	A	B	C	D	E
1	Shyvana	90	13	16	29
2	Sejuani	87	9	7	16
3	Leona	57	9	5	14
4	Zac	125	9	5	14
5	Ekko	21	2	11	13

Tabulka 4.13: Přehled výkonu hráče Tyltor s jednotlivými šampiony. Ve sloupci A jsou jména šampionů a ve sloupcích B-E je vytvořená matice rozměru 37x4, která obsahuje ve sloupcích ID, počet výher, počet proher a celkový počet her.

# Kapitola 5

## Matematické modely

Cílem práce je vytvoření modelu, který, na základě dostupných dat, doporučí hráči ve fázi výběru vhodného šampiona. Jde o interaktivní model. Pro jeho správné fungování je třeba zadávat vstupy ve správném formátu a tvaru. Při nevhodném zadávání vstupů (čísla místo řetězce, řetězce v nevhodném tvaru atd.) není funkčnost systému zaručena. Jednotlivé kroky modelu nejsou vzít zpět. Pokud např. dojde k překlepu vybráním jiného šampiona, než bylo v úmyslu, je potřeba proces ukončit a začít znovu. Všechny řetězcové vstupy se zadávají malými písmeny bez diakritiky. Pro zadávání šampionů do modelu se používají hodnoty ID, viz volně vložená příloha diplomové práce „Seznam šampionů“. Model budu tvořit postupně, tedy začnu s jednoduchým modelem, který budu následně rozšiřovat. V této kapitole jsem čerpal z [1], [6], [7], [8] a [9].

1. Matematický model I. - vytvoření základního funkčního modelu, analýza vstupních a výstupních proměnných, základní omezení parametrů a vztahů mezi proměnnými, základní zjednodušující předpoklady
2. Matematický model II. - rozšíření matematického modelu I., aplikace předpokladů, omezení a vztahů mezi proměnnými, využití všech potřebných vstupů týkajících se šampionů
3. Matematický model III. - rozšíření matematického modelu II., zakomponování vlivu hráče do modelu

4. Matematický model IV. - rozšíření matematického modelu II., zakomponování testu homogenity do modelu
5. Matematický model V. - vytvoření komplexního matematického modelu využitím matematických modelů III. a IV.

## 5.1. Matematický model I.

Vytvořím nejprve jednoduchý model, který bude dávat doporučení pro výběr šampiona pouze na základě informací o šampionech na pozici, kterou budu hrát. Model bude interaktivní a bude vyžadovat aktivní účast uživatele, který bude muset v průběhu výběru vkládat data. Ve zjednodušeném modelu nebudu uvažovat zákazy šampionů, vztahy mezi šampiony na lajně Bottom, racionalitu hráče (výběr šampiona jen na pozici, kde se již hrál), racionalitu týmu (žádné omezení na role šampionů), role celkově, upozornění na iracionální výběr (nepřátelský tým si vybere dva šampiony se 100% relativní četností výskytu na stejné pozici), ani vliv hráče.

Vstupem bude abecední seznam šampionů včetně ID, vytvořené matice s hodnotami  $WP_i$  a  $WR_{ij}$  (soubor 'country.mat'), matice relativních četností výskytu (soubor 'cetnosti.mat'), barva našeho týmu a pořadí výběru šampionů našeho týmu. Výstupem bude přehled vybraných šampionů, konkrétně: seřazené pozice dle pořadí výběru a jména šampionů zastávající tyto pozice pro náš tým a ID šampionů, jména šampionů, a přehled jejich relativních četností výskytu na jednotlivých pozicích. Posledním výstupem je jméno doporučeného šampiona, který má nejvyšší procento vyhraných her „Win percent“, nebo „Win rate“ dle příslušné situace viz kapitola 5.1.1. Všechny výstupy jsem pro lepší přehlednost převedl do formátu 'cell'.

### 5.1.1. Schéma výběru šampiona

Při výběru šampiona mohou nastat různé situace, které ovlivňují doporučení pro výběr vhodného šampiona. Tyto situace jsem číselně označil 1-10 a graficky

znázornil do schématu na obr. 5.1. Možné situace dle tohoto schématu jsou:

1. Vybírám na pozici Top. Nevím, kdo je proti mě na pozici, vybírám nejsilnějšího a nejuniverzálnější šampiona  $i$ . Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in TopID} WP_s$ , kde  $TopID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Top. V našem případě  $card(TopID) = 52$ .
2. Vybírám na pozici Jungle. Nevím, kdo je proti mě na pozici, vybírám nejsilnějšího a nejuniverzálnější šampiona  $i$ . Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in JungleID} WP_s$ , kde  $JungleID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Jungle.
3. Vybírám na pozici Mid. Nevím, kdo je proti mě na pozici, vybírám nejsilnějšího a nejuniverzálnější šampiona  $i$ . Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in MidID} WP_s$ , kde  $MidID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Mid.
4. Vybírám na pozici Adc. Nevím, kdo je proti mě na pozici, vybírám nejsilnějšího a nejuniverzálnější šampiona  $i$ . Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in AdcID} WP_s$ , kde  $AdcID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Adc.
5. Vybírám na pozici Support. Nevím, kdo je proti mě na pozici, vybírám nejsilnějšího a nejuniverzálnější šampiona  $i$ . Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in SupportID} WP_s$ , kde  $SupportID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Support.
6. Vybírám na pozici Top. Vím, kdo je proti mě na pozici, vybírám takového šampiona  $i$ , který má výhodu proti nepřátelskému šampionovi  $j$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $WR_{ij} = \max_{s \in TopID} WR_{sj}$ .
7. Vybírám na pozici Jungle. Vím, kdo je proti mě na pozici, vybírám takového šampiona  $i$ , který má výhodu proti nepřátelskému šampionovi  $j$ . Hledám



takového šampiona  $i$ , že  $WR_{ij} = \max_{s \in JungleID} WR_{sj}$ .

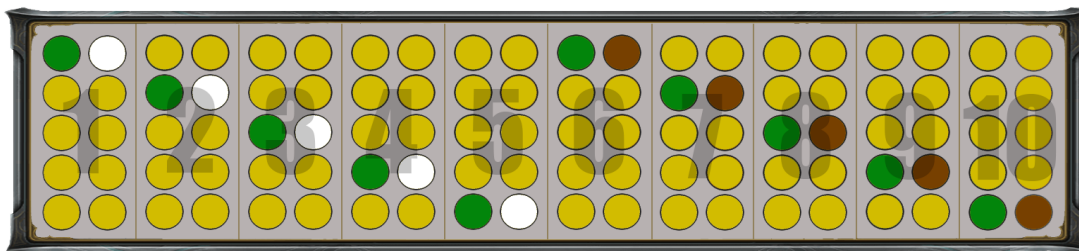
8. Vybírám na pozici Mid. Víím, kdo je proti mě na pozici, vybírám takového šampiona  $i$ , který má výhodu proti nepřátelskému šampionovi  $j$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $WR_{ij} = \max_{s \in MidID} WR_{sj}$ .

9. Vybírám na pozici Adc. Víím, kdo je proti mě na pozici, vybírám takového šampiona  $i$ , který má výhodu proti nepřátelskému šampionovi  $j$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $WR_{ij} = \max_{s \in AdcID} WR_{sj}$ .

10. Vybírám na pozici Support. Víím, kdo je proti mě na pozici, vybírám takového šampiona  $i$ , který má výhodu proti nepřátelskému šampionovi  $j$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $WR_{ij} = \max_{s \in SupportID} WR_{sj}$ .

Matice TopID, JungleID, MidID, AdcID a SupportID nejsou disjunktní. Ve výběru šampionů je pořadí pozic v obou týmech vygenerováno náhodně. Pro nepřátelský tým dokonce nemám žádnou informaci o tomto pořadí pozic. Pro účely grafického znázornění však nyní předpokládám, že znám pořadí výběru pozic v obou týmech, které je v rádcích postupně shora dolů Top, Jungle, Mid, Adc a Support. Zelené pole značí pozici, na kterou vybírám, hnědé pole značí, že znám šampiona na této pozici, bílé pole značí, že neznám šampiona na této pozici a žluté pole značí irelevantní informaci pro můj výběr (např. pokud vybírám šampiona na pozici Top, nezajímá mě, jaký je nepřátelský Support, ani jaký je náš Mid atd.).

Při výběru na libovolnou pozici budu vždy zvažovat vztah jeden proti jednomu. Ať vybírám na kteroukoli pozici, můžu se vždy dostat pouze do jedné ze dvou situací. Situace závisí na tom, zdali mám, či nemám informaci, jaký šampion bude můj protivník. Např. vybírám-li na pozici Top, může nastat pouze situace 1 nebo 6.



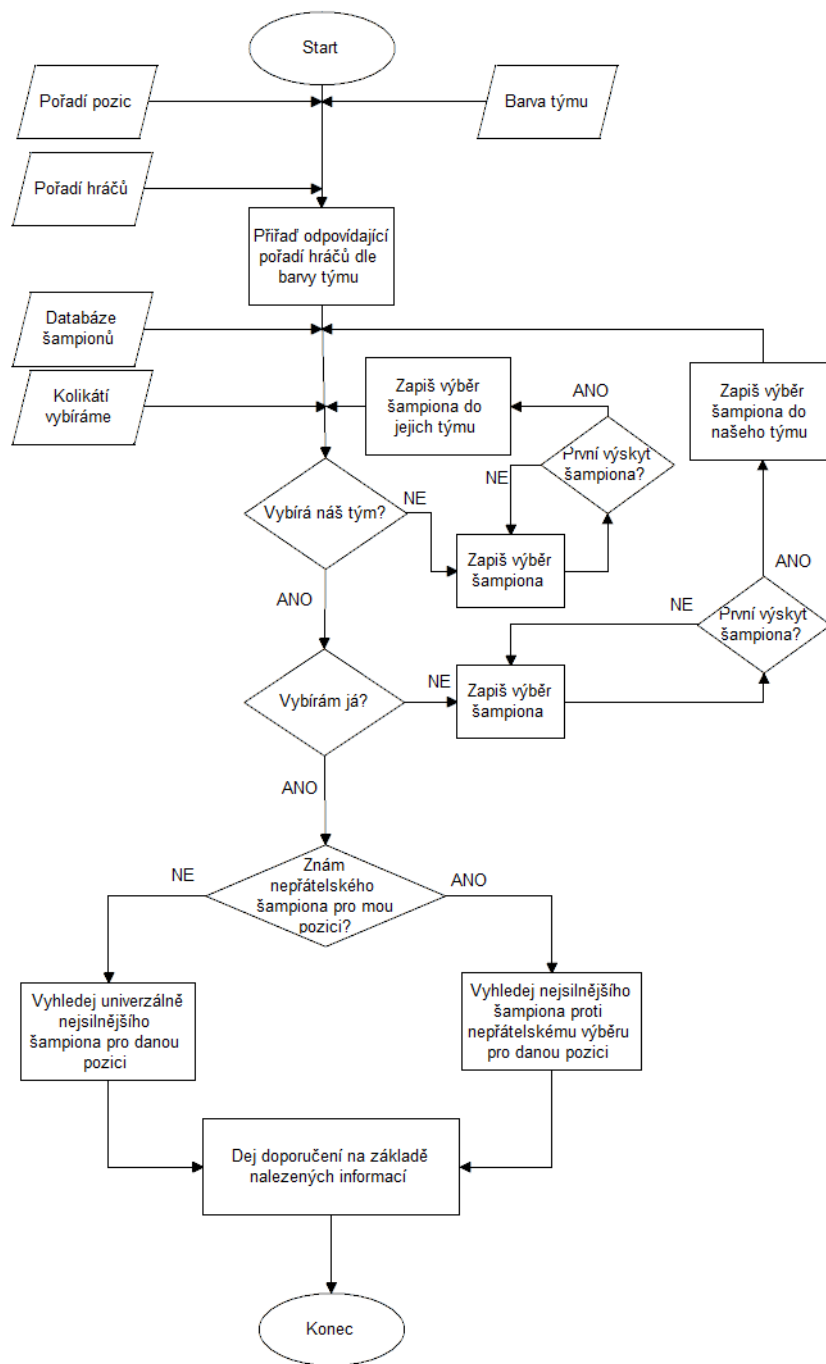
Obrázek 5.1: Schéma pro výběr na pozice Top (1,6), Jungle (2,7), Mid (3,8), Adc (4,9) a Support (5,10). Může nastat taková situace, kdy vybírám první z dvojice (1,2,3,4,5) dle „Win percent“, nebo druhý z dvojice (6,7,8,9,10) dle „Win rate“

### 5.1.2. Popis matematického modelu I.

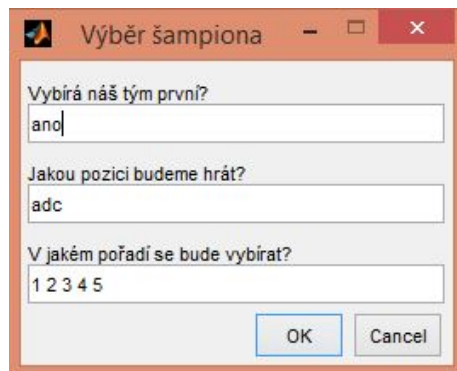
Nejprve si nadefinuji vstupní proměnné. Jako první načtu databázi šampionů 'country.mat', která obsahuje hodnoty „Win percent“ a „Win rate“ pro všechny pozice. Dále si načtu jednotlivé relativní četnosti výskytu na pozicích 'cetnosti.mat' a pořadí hráčů pro modrý i červený tým, a také pořadí výběru šampionů.

```
prvniVyber=[1 4 5 8 9];
druhyVyber=[2 3 6 7 10];
```

Zeptám se uživatele na doplňující informace, viz obr. 5.3. Ptám se uživatele 'Vybírá náš tým první?'. Přípustné odpovědi jsou řetězce ve tvaru 'ano', což znamená, že hraju za modrý tým, nebo 'ne', což znamená, že hraju za červený tým. Přiřadím odpovídající pořadí hráčů dle barvy týmu. Dále se uživatele zeptám 'Jakou pozici budeme hrát?'. Tímto chci od uživatele vědět, jakou chce hrát pozici. Přípustná odpověď je řetězec ve tvaru 'top', 'jungle', 'mid', 'adc', nebo 'support', viz nápověda v příkazovém řádku na obr. 5.4. Poslední otázka 'V jakém pořadí se bude vybírat?' se ptá, jaké je pořadí výběru pozic v našem týmu. Přípustná odpověď je číselný vektor s hodnotami 1-5, kde každá číselná hodnota představuje pozici dle úmluvy v tabulce 1.2. Např. pro pořadí výběru pozic ve tvaru 'mid jungle support adc top' zadám číselný vektor '3 2 5 4 1', viz nápověda v příkazovém řádku na obr. 5.4. Podle zadaného pořadí výběru pozic a zadané pozice, kterou chce uživatel hrát, si model načte kolikátý vybírám já.



Obrázek 5.2: Vývojový diagram matematického modelu I.



Obrázek 5.3: Uživatel musí zadat informace o tom, kdo vybírá první, jakou pozici bude hrát a jaké je pořadí výběru pozic.



Obrázek 5.4: Nápopěda formátu a tvaru pro vyplnění námi hrané pozice a také číselné substituce pro vyplnění pořadí výběru pozic.

Po zadání všech potřebných vstupů začne systém postupně vyžadovat informace o šampionech, kteří byli vybráni přede mnou. Vybrané šampiony zapisuje do příslušných týmů, viz obr. 5.5. Postupuje dle pořadí hráčů příslušné barvy týmu. Pokud vybírá nepřátelský tým, zeptá se, jaký šampion byl vybrán. Pokud se daný šampion již ve hře vyskytnul (je již vybrán naším, či nepřátelským týmem), zeptá se znovu, dokud není zadán šampion, který se ve výběru ještě nevykytnul. Následně ho zapíše do nepřátelského týmu včetně relativních četností výskytu na jednotlivých pozicích. Pokud vybírá náš tým, ale nevybírám já, zeptá se, jaký šampion byl vybrán. Pokud se daný šampion již ve hře vyskytnul (je již vybrán naším, či nepřátelským týmem), zeptá se znovu, dokud není zadán

```

Command Window

Náš tým
'top'  'jungle'  'mid'  'adc'  'support'

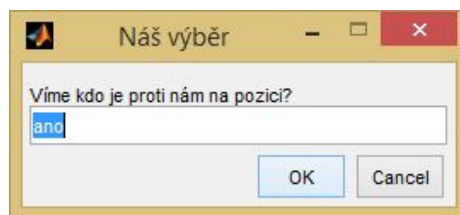
'Aatrox'  'Alistar'  'Amumu'

Jejich tým
'Číslo'  'Šampion'  'Top'  'Jungle'  'Middle'  'ADC'  'Support'
[ 2.00]  'Ahri'     [ 0]   [ 0]      [100.00]  [ 0]   [ 0]
[ 3.00]  'Akali'   [68.50] [ 0]      [ 31.50]  [ 0]   [ 0]
[ 7.00]  'Annie'   [ 0]   [ 0]      [ 78.80]  [ 0]   [21.20]
[ 8.00]  'Ashe'    [ 0]   [ 0]      [ 0]      [100.00] [ 0]

```

Obrázek 5.5: Ukázka výstupů modelu.

šampion, který se ve výběru ještě nevyskytnul. Následně ho zapíše do našeho týmu na příslušnou pozici.



Obrázek 5.6: Dotaz na informaci, jestli víme, jaký šampion je proti mně na pozici.

Pokud vybírá náš tým a vybírám já, systém se zeptá uživatele 'Víme, kdo je proti nám na pozici?', viz obr. 5.6. Přípustná odpověď je řetězec ve formátu 'ne', nebo 'ano'. Při zadání odpovědi 'ne' jde o situaci 1-5 z obr. 5.1, v závislosti na mé pozici. Systém vyhledá univerzálně nejsilnějšího šampiona pro danou pozici dle „Win percent“. Při zadání odpovědi 'ano' jde o situaci 6-10 z obr. 5.1, v závislosti na mé pozici. Systém v tomto případě vyžaduje dodatečnou informaci, a proto se zeptá, kdo je proti nám na pozici. Podle zadaného ID vyhledá nejsilnějšího šampiona proti nepřátelskému výběru pro danou pozici. Systém doporučí vyhledaného šampiona viz obr. 5.7.

```

Command Window

Náš tým
'top' 'jungle' 'mid' 'adc' 'support'

'Aatrox' 'Alistar' 'Amumu'

Jejich tým
'Číslo' 'Šampion' 'Top' 'Jungle' 'Middle' 'ADC' 'Support'
[ 2.00] 'Ahri' [ 0] [ 0] [100.00] [ 0] [ 0]
[ 3.00] 'Akali' [68.50] [ 0] [ 31.50] [ 0] [ 0]
[ 7.00] 'Annie' [ 0] [ 0] [ 78.80] [ 0] [21.20]
[ 8.00] 'Ashe' [ 0] [ 0] [ 0] [100.00] [ 0]

Kdo je proti nám na pozici?: 8

nepřítel =

      8.00

Nejlepší variantou je šampion:
'Graves'

fx >> |

```

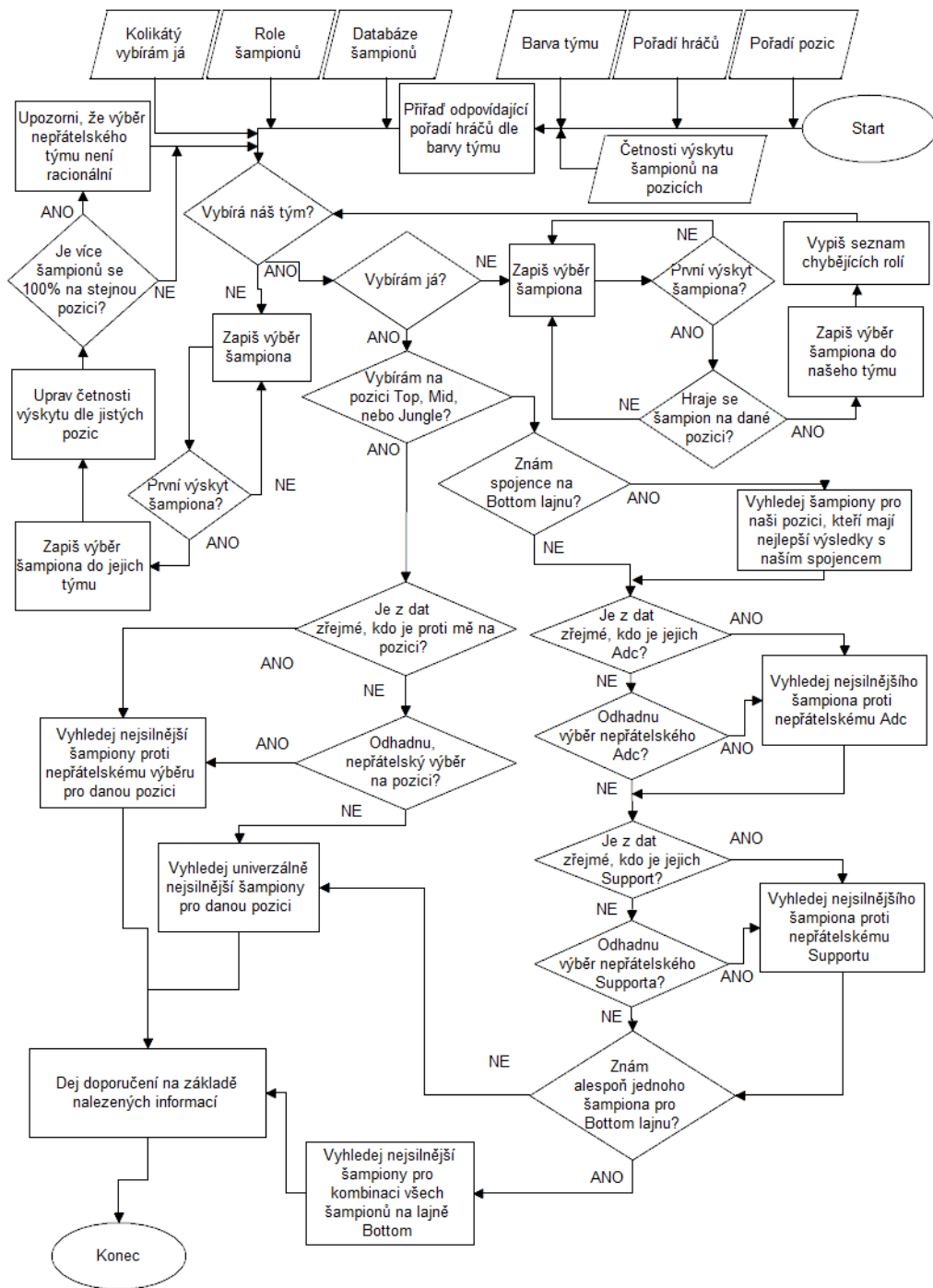
Obrázek 5.7: Výstupy modelu. Přehled vybraných šampionů pro náš tým (Aatrox, Alistar, Amumu), přehled vybraných šampionů pro nepřátelský tým včetně relativních četností výskytu na pozicích (Ahri, Akali, Annie, Ashe) a doporučení vhodného šampiona (Graves).

Tento model je uložený jako 'VyberSampiona1.m'.

## 5.2. Matematický model II.

Mám vytvořený základní matematický model I. Tento model nyní rozšířím na matematický model II. V rozšířeném modelu budu uvažovat předpoklady a omezení, které ve výběru šampiona skutečně jsou. Využiji také všechna dostupná data pro šampiony. Zvýší se mi počet vstupních dat, čímž vzroste náročnost na aktivní účast uživatele, proto naučím systém jak a odkud si brát informace, které jsou zřejmé z dat. Tím se naopak sníží náročnost na účast uživatele. Model poté bude více uživatelsky příjemný. Seznam rozšíření na matematický model II.:

- Předpokládám pouze racionální hráče. Racionální hráč je takový, který si na příslušnou pozici vybere pouze šampiona, který se na této pozici již dříve



Obrázek 5.8: Vývojový diagram matematického modelu II.

hrál (má nenulovou relativní četnost výskytu na této pozici - šampion hraný pouze jako Jungle nemůže být vybrán jako Top). Tento předpoklad platí pouze pro náš tým, jelikož pro nepřátelský tým nemám žádnou informaci o pořadí výběru pozic.

- Předpokládám pouze racionální výběr. Racionální výběr je takový výběr nepřátelského týmu, který nemá pro jednu pozici dva a více šampionů se 100% relativní četností výskytu na této pozici. V případě, kdy výběr není racionální, upozorní na to uživatele. Ten může, ale nemusí, využít expertní znalosti k odhadnutí, který z šampionů skutečně na tuto pozici půjde.
- Využiji vzájemných vztahů pro lajnu 'Bottom'. Pro pozici Adc rozšířím vztah Adc proti Adc. Budu uvažovat možnost nastání osmi různých situací, viz kapitola 5.2.1. Pro pozici Support bude postup stejný.
- Ke každému šampionovi vypíšu jeho primární i sekundární roli.
- Vytvořím seznam podmínek na role šampionů. V případě, chybějících důležitých rolí (Marksman, Mage, Tank, Support), upozorním uživatele, které role ještě nejsou v našem týmu zastoupeny.
- Zobrazím relativní četnosti výskytu na pozicích pro vybraného nepřátelského šampiona. Podle počtu záznamů relativních četností na jednotlivých pozicích dám uživateli informaci, jestli vím, nebo nevím, na kterou pozici daný šampion půjde. Relativní četnosti výskytu na pozici jsou pro jednotlivé pozice postupně 'Top, Jungle, Mid, Adc a Support'.
  - Je-li to možné, upravím relativní četnosti výskytu šampionů na jednotlivých pozicích na základě dostupných dat. Např. mám-li informaci o dvou šampionech, kde první má relativní četnosti výskytu 60% na pozici Mid a 40% na pozici Support, tedy vektor  $[0, 0, 60, 0, 40]$ , a druhý má relativní četnost výskytu 100% na pozici Mid, tedy vektor  $[0, 0, 100, 0, 0]$ , chci upravit první vektor na  $[0, 0, 0, 0, 100]$ , protože se nemůžou vyskytovat dva šampioni na stejné pozici.



- Pokud má nepřátelský šampion 100% relativní četnost výskytu na mé pozici, neptat se uživatele, jestli ví, kdo je proti němu na pozici, ale tuto informaci si vzít z dat.
- Pro Bottom lajnu za předpokladu, že vybíráme na pozici Adc:
  - Pokud má nepřátelský tým 100% relativní četnost výskytu na pozici Support, neptat se uživatele, jestli ví, kdo je nepřátelský Support, ale tuto informaci si vzít z dat.
  - Pokud má náš tým již vybraného šampiona na pozici Support, neptat se uživatele, jestli ví, kdo je jeho Support, ale tuto informaci si vzít z dat.
- Pro Bottom lajnu za předpokladu, že vybíráme na pozici Support:
  - Pokud má nepřátelský tým 100% relativní četnost výskytu na pozici Adc, neptat se uživatele, jestli ví, kdo je nepřátelské Adc, ale tuto informaci si vzít z dat.
  - Pokud má náš tým již vybraného šampiona na pozici Adc, neptat se uživatele, jestli ví, kdo je jeho Adc, ale tuto informaci si vzít z dat.

Vstupem bude abecední seznam šampionů včetně ID, vytvořené matice s hodnotami  $WP_i$ ,  $WR_{ij}$ ,  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMWR_{il}$  (soubory 'country.mat' a 'bottom.mat'), matice relativních četností výskytu (soubor 'cetnosti.mat'), matice rolí šampionů (soubor 'sampioni.mat'), barva našeho týmu a pořadí výběru šampionů našeho týmu. Výstupy budou rozděleny do dvou částí:

1. **Analýza situace:** Přehled vybraných šampionů, konkrétně: pozice, jméno šampiona, ID šampiona, role pro jednotlivé šampiony v rámci našeho týmu a ID šampiona, jméno šampiona, a přehled jeho relativních četností výskytu na pozicích pro jednotlivé šampiony v rámci jejich týmu. Relativní četnosti budou upraveny na základě 100% relativních četností výskytu šampionů na pozicích. Pro každého šampiona bude k dispozici informace o tom, jestli

znám jeho pozici ('vím kam jde'), nebo neznám jeho pozici ('nevím kam jde'), případně upozorní na chybějící racionalitu (šampion má relativní četnosti výskytu pouze na pozice, na nichž jsou již vybraní jiní šampioni se 100% relativní četností výskytu na této pozici). Dále vypíše informaci, jestli výběr nepřátelského týmu je, nebo není racionální (dva šampioni se 100% relativní četností výskytu na stejnou pozici). Vypíše seznam podmínek na role a u každé z nich zobrazím, zdali je, či není splněna. Následně vypíše chybějící role.

2. **Doporučení šampionů:** Posledním výstupem jsou jména šampionů, včetně jejich rolí, kteří mají nejvyšší procento vyhraných her „Win percent“, nebo „Win rate“ dle příslušné situace viz kapitola 5.2.1. Toto procento je také zobrazeno.

Všechny výstupy jsem pro lepší přehlednost převedl do formátu 'cell'.

### 5.2.1. Schéma výběru šampiona

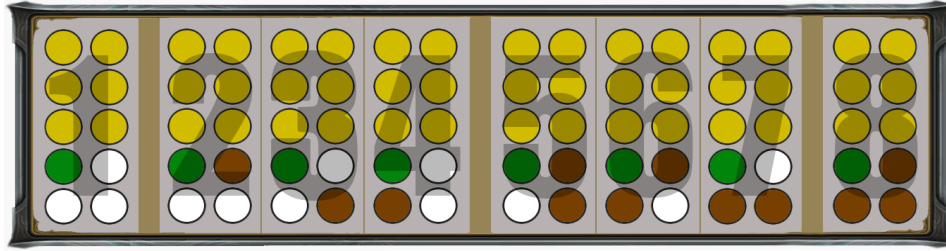
Při výběru šampiona mohou nastat různé situace, které ovlivňují doporučení pro výběr vhodného šampiona. Tyto situace budou pro jednotlivé pozice různé. Při výběru na pozice Top, Jungle a Mid jsou totožné jako situace 1, 2, 3, 6, 7 a 8 ze schéma na obr. 5.1, dle příslušné pozice. Při výběru na pozici Adc nebo Support bude doporučení pro výběr vhodného šampiona složitější, jelikož na lajně jsou celkově čtyři šampioni. Předpokládám nyní, že vybírám pro pozici Adc. Pro výběr na pozici Support jsou situace obdobné. Při výběru na pozici Adc se můžu dostat vždy do jedné z osmi různých situací, které jsem číselně označil 1-8 a graficky znázornil do schématu na obr. 5.9. Možné situace dle tohoto schématu pro pozici Adc jsou:

1. Neznám nikoho na příslušných pozicích, vybírám nejsilnější a nejuni-varzálnější Adc. Hledám takového šampion  $i$ , že  $WP_i = \max_{s \in AdcID} WP_s$ , kde  $AdcID$  je množina ID těch šampionů, kteří se hrají na pozici Adc.

2. Znáám nepřátelské Adc. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Adc  $j$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BAWR_{ij} = \max_{s \in AdcID} BAWR_{sj}$ .
3. Znáám nepřátelský Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Supportovi  $k$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BSWR_{ik} = \max_{s \in AdcID} BSWR_{sk}$ .
4. Znáám spřátelený Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu se spřáteleným Supportem  $l$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BMWR_{il} = \max_{s \in AdcID} BMWR_{sl}$ .
5. Znáám nepřátelské Adc a nepřátelský Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Adc  $j$  a Supportovi  $k$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BASWR_{ijk} = \max_{s \in AdcID} BASWR_{sjk}$ .
6. Znáám nepřátelské Adc a spřátelený Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Adc  $j$  a se spřáteleným Supportem  $l$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BAMWR_{ijl} = \max_{s \in AdcID} BAMWR_{sjl}$ .
7. Znáám nepřátelský a spřátelený Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Supportovi  $k$  a se spřáteleným Supportem  $l$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BSMWR_{ikl} = \max_{s \in AdcID} BSMWR_{skl}$ .
8. Znáám nepřátelské Adc, nepřátelský Support a spřátelený Support. Vybírám takové Adc  $i$ , které má výhodu proti nepřátelskému Adc  $j$ , nepřátelskému Supportovi  $k$  a se spřáteleným Supportem  $l$ . Hledám takového šampiona  $i$ , že  $BASMWR_{ijkl} = \max_{s \in AdcID} BASMWR_{sjkl}$ .

### 5.2.2. Popis matematického modelu II.

Nejprve si nadefinuji vstupní proměnné. Jako první načtu databáze šampionů 'country.mat', 'bottom.mat' a 'sampioni.mat', které obsahují role šampionů a

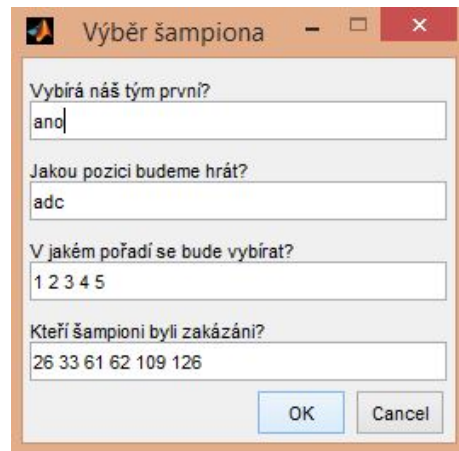


Obrázek 5.9: Schéma pro výběr na pozice Adc a Support. Mohou nastat takové situace, kdy vybírám první ze čtveřice (1) dle „Win percent“, druhý ze čtveřice (2,3,4) dle „Win rate“, třetí ze čtveřice (5,6,7) dle kombinací „Win rate“, nebo čtvrtý ze čtveřice (8) dle kombinací „Win rate“.

hodnoty  $WP_i$  a  $WR_{ij}$  na všechny pozice a také  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMWR_{il}$  pro lajnu Bottom. Dále si načtu jednotlivé relativní četnosti výskytu na pozicích 'cetnosti.mat', pořadí hráčů pro modrý i červený tým a také pořadí výběru šampionů.

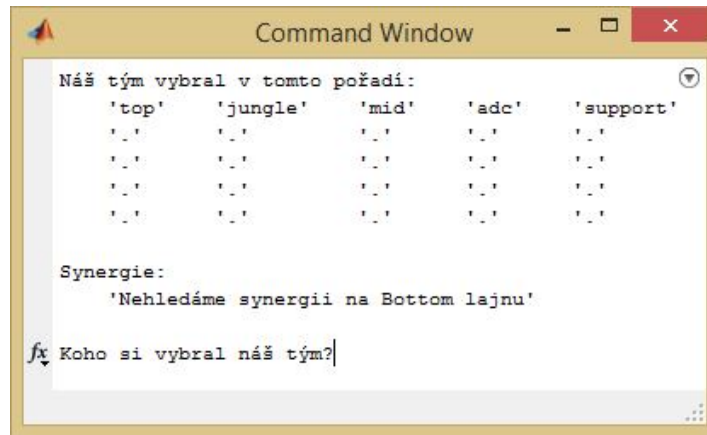
```
prvniVyber=[1 4 5 8 9];
```

```
druhvyber=[2 3 6 7 10];
```



Obrázek 5.10: Uživatel musí zadat informace o tom, kdo vybírá první, jakou pozici bude hrát a jaké je pořadí výběru pozic.

Zeptám se uživatele na doplňující informace, viz obr. 5.2.2. Ptám se uživatele 'Vybírá náš tým první?'. Přípustné odpovědi jsou řetězce ve tvaru 'ano', což znamená, že hraju za modrý tým, nebo 'ne', což znamená, že hraju za červený tým.



Obrázek 5.11: Náповěda formátu a tvaru pro vyplnění námi hrané pozice a také číselné substitute pro vyplnění pořadí výběru pozic.

Přiřadím odpovídající pořadí hráčů dle barvy týmu. Dále se uživatele zeptám 'Jakou pozici budeme hrát?'. Tímto chci od uživatele vědět, jakou chce hrát pozici. Přípustná odpověď je řetězec ve tvaru 'top', 'jungle', 'mid', 'adc', nebo 'support', viz nápověda v příkazovém řádku na obr. 5.4. Další otázka 'V jakém pořadí se bude vybírat?' se ptá, jaké je pořadí výběru pozic v našem týmu. Přípustná odpověď je číselný vektor s hodnotami 1-5, kde každá číselná hodnota představuje pozici dle úmluvy v tabulce 1.2. Pro pořadí výběru pozic ve tvaru 'mid jungle support adc top' zadáme číselný vektor '3 2 5 4 1', viz nápověda v příkazovém řádku na obr. 5.11. Podle zadaného pořadí výběru pozic a zadané pozice, kterou chce uživatel hrát, si model načte, kolikátý vybírám já. Poslední otázka je 'Kterí šampioni byli zakázáni?'. Přípustná odpověď je číselný vektor těch šampionů, kteří byli v průběhu výběru šampionů zakázáni. Pro seznam zakázaných šampionů 'Fiora', 'Graves', 'Lux', 'Malphite', 'Udyr' a 'Zed' (což je seznam nejvíce zakázaných šampionů na aktualizaci 6.2.) zadám číselný vektor '26 33 61 62 109 126', který je nastaven jako výchozí.

Po zadání všech potřebných vstupů začne systém postupně vyžadovat informace o šampionech, kteří byli vybráni přede mnou. Vybrané šampiony zapisuje do příslušných týmů, viz obr. 5.12. Postupuje dle pořadí hráčů příslušné barvy týmu. Pokud vybírá nepřátelský tým, zeptá se, jaký šampion byl vybrán. Po-

```

Command Window

Náš tým vybral v tomto pořadí:
'top'      'jungle'  'mid'     'adc'     'support'
'Aatrox'   'Amumu'   'Anivia'  '.'       '.'
[ 1.00]    [ 5.00]   [ 6.00]   '.'       '.'
'Fighter'  'Tank'    'Mage'    '.'       '.'
'Tank'     'Mage'    'N/A'     '.'       '.'

Nepřátelský tým vybral v tomto pořadí:
'Číslo'    'Šampion' 'Top'     'Jungle'  'Middle'  'ADC'    'Support'
[ 2.00]    'Ahri'    [ 0]      [ 0]      [100.00]  [ 0]     [ 0]
[ 3.00]    'Akali'   [68.50]   [ 0]      [ 31.50]  [ 0]     [ 0]
[ 7.00]    'Annie'   [ 0]      [ 0]      [ 78.80]  [ 0]     [21.20]

Předpověď pozic nepřátelského týmu:
'Číslo'    'Šampion' 'Top'     'Jungle'  'Middle'  'ADC'    'Support'  'Předpoklad'
[ 2.00]    'Ahri'    [ 0]      [ 0]      [100.00]  [ 0]     [ 0]        'Víme kam jde'
[ 3.00]    'Akali'   [100.00]  [ 0]      [ 0]      [ 0]     [ 0]        'Víme kam jde'
[ 7.00]    'Annie'   [ 0]      [ 0]      [ 0]      [ 0]     [100.00]    'Víme kam jde'

Racionálnost týmů:
'Výběr je racionální'

Přehled rolí v našem týmu:
'Potřebné role'  'Tank'    'Mage'    'Marksman'  'Support'
'Stav'           'Máme'    'Máme'    'Chybí'     'Chybí'

Chybí nám role:
'Marksman'      'Support'

fx Koho si vybral jejich tým?

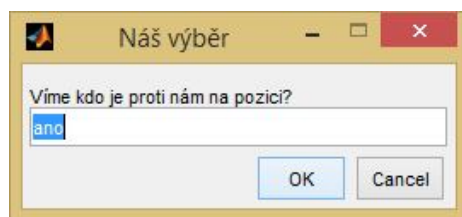
```

Obrázek 5.12: Ukázka výstupů modelu

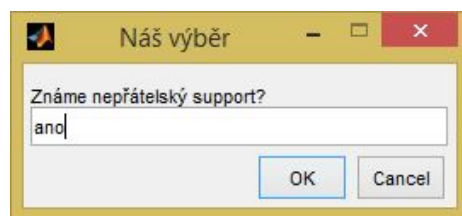
kud se daný šampion již ve hře vyskytnul (je již vybrán naším, či nepřátelským týmem, nebo je zakázán), zeptá se znovu, dokud není zadán šampion, který se ve výběru ještě nevyskytnul. Následně ho zapíše do nepřátelského týmu včetně relativních četností výskytu na jednotlivých pozicích. Poté upraví relativní četnosti výskytu na pozicích u všech šampionů v nepřátelském týmu. Vynuluje relativní četnosti výskytu na pozici menší než 100% pro ty pozice, kde jiný šampion již má relativní četnost výskytu na této pozici rovnu 100%. Pokud následkem této úpravy má některý šampion relativní četnost výskytu na některé pozici menší než 100% a současně jsou jeho relativní četnosti výskytu pro ostatní pozice nulové, změní tuto hodnotu na 100%. Ke každému šampionovi doplním informaci o jednoznačnosti pozic, na kterých budou šampioni hrát ('víme kam jde', 'nevíme kam jde'). Dojde-li k situaci, kdy mají dva šampioni 100% relativní četnost výskytu

na stejné pozici, upozorní, že výběr nepřátelského týmu není racionální.

Pokud vybírá náš tým, ale nevybírám já, zeptá se, jaký šampion byl vybrán. Pokud se daný šampion již ve hře vyskytnul (je již vybrán naším, či nepřátelským týmem, nebo je zakázán), zeptá se znovu, dokud není zadán šampion, který se ve výběru ještě nevyskytnul. Poté se zkontroluje, jestli se daný šampion hraje na dané pozici (má relativní četnost výskytu na pozici různou od nuly), pokud ne, šlo by o případ, kdy hráč není racionální. Vzhledem k předpokladu racionality hráče se tedy znovu zeptá, jaký šampion byl vybrán. Po splnění obou podmínek zapíše vybraného šampiona do našeho týmu na příslušnou pozici včetně ID šampiona a rolí, které může zastávat. Následně aktualizuje splnění podmínek na role a vypíše seznam chybějících rolí.



Obrázek 5.13: Dotaz na informaci, jestli víme, jaký šampion je proti mně na pozici.



Obrázek 5.14: Otázka, jestli známe nepřátelský support

Pokud vybírá náš tým a vybírám já, systém nejprve zkontroluje, jestli vybírám na jednu z pozic 'Top, Jungle, nebo Mid', či na jednu z pozic 'Adc, nebo Support'.

Při výběru na pozici 'Top, Jungle, nebo Mid' půjde vždy o jednu ze situací ze schématu na obr. ???. Nejprve systém zkontroluje, jestli je z relativních četností výskytu na pozicích již vybraných šampionů jednoznačně zřejmé, který šampion

je proti mě na pozici. Pokud ano, jde o situaci 4-6, v závislosti na mé pozici. Systém vyhledá nejsilnější šampiony proti nepřátelskému výběru pro danou pozici. Pokud ne, zeptá se uživatele, jestli je schopen odhadnout, jaký šampion je na jeho pozici pomocí dotazu 'Víme kdo je proti nám na pozici?', viz 5.13. Přípustná odpověď je řetězec ve formátu 'ne', nebo 'ano'. Při zadání odpovědi 'ne' jde o situaci 1-3, v závislosti na mé pozici. Systém vyhledá univerzálně nejsilnější šampiony pro danou pozici dle „Win percent“. Při zadání odpovědi 'ano' jde o situaci 4-6, v závislosti na mé pozici. Systém vyhledá nejsilnější šampiony proti nepřátelskému výběru pro danou pozici, dle „Win rate“.

Při výběru na pozici 'Adc, nebo Support' půjde vždy o jednu ze situací ze schématu na obr. 5.9. Nejprve systém zkontroluje, jestli známe svého spoluhráče. Tady předpokládám, že vybírám na pozici Adc, postup pro pozici Support je obdobný. Pokud je pořadí výběru pozice Adc vyšší, než pořadí výběru pozice Support (např. pořadí výběru pozic '1 2 3 5 4'), systém si načte šampiona na pozici Support z dat. Nyní víme, že půjde o jednu ze situací číslo 4, 6, 7, nebo 8. Pokud je pořadí výběru pozice Adc nižší, než pořadí výběru pozice Support (např. pořadí výběru pozic '1 2 3 4 5'), víme, že půjde o jednu ze situací číslo 1, 2, 3, nebo 5. Následně systém zkontroluje, jestli je z relativních četností výskytu na pozicích již vybraných šampionů jednoznačně zřejmé, který šampion je na pozici Adc. Pokud ano, jde o situaci 2, 5, 6, nebo 8. Pokud ne, zeptá se uživatele, jestli je schopen odhadnout, jaký šampion je na pozici Adc 'Víme kdo je proti nám na pozici?', viz 5.13. Přípustná odpověď je řetězec ve formátu 'ne', nebo 'ano'. Při zadání odpovědi 'ne' jde o situaci 1, 3, 4 nebo 7. Při zadání odpovědi 'ano' jde o situaci 2, 5, 6, nebo 8. Nyní systém zkontroluje, jestli je z relativních četností výskytu na pozicích již vybraných šampionů jednoznačně zřejmé, který šampion je na pozici Support. Pokud ano, jde o situaci 3, 5, 7, nebo 8. Pokud ne, zeptá se uživatele, jestli je schopen odhadnout, jaký šampion je na pozici Support 'Známe nepřátelský support?', viz 5.2.2. Přípustná odpověď je řetězec ve formátu 'ne', nebo 'ano'. Při zadání odpovědi 'ne' jde o situaci 1, 2, 4 nebo 6. Při zadání odpovědi 'ano' jde o situaci 3, 5, 7, nebo 8. Pokud



neznáme ani jednoho šampiona na lajnu Bottom, systém vyhledá univerzálně nejsilnější Adc dle  $WP_i$ . Pokud známe alespoň jednoho šampiona na lajnu Bottom, systém vyhledá nejsilnější Adc proti nepřátelskému výběru podle příslušně situace ( $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$ ,  $BMW_{il}$ ,  $BASWR_{ijk}$ ,  $BAMWR_{ijl}$ ,  $BSMWR_{ikl}$ , nebo  $BASMWR_{ijkl}$ ). Nakonec mi systém dá doporučení na základě vyhledaných informací, viz obr. 5.15

Tento model je uložený jako 'VyberSampiona2.m'.

```

Command Window

Náš tým vybral v tomto pořadí:
'top'      'jungle'  'mid'     'adc'     'support'
'Aatrox'   'Amumu'   'Anivia'  '.'       '.'
[ 1.00]    [ 5.00]  [ 6.00]   '.'       '.'
'Fighter'  'Tank'    'Mage'    '.'       '.'
'Tank'     'Mage'    'N/A'     '.'       '.'

Nepřátelský tým vybral v tomto pořadí:
'Číslo'    'Šampion' 'Top'     'Jungle'  'Middle'  'ADC'    'Support'
[ 2.00]    'Ahri'    [ 0]      [ 0]      [100.00]  [ 0]     [ 0]
[ 3.00]    'Akali'   [68.50]   [ 0]      [ 31.50]  [ 0]     [ 0]
[ 7.00]    'Annie'   [ 0]      [ 0]      [ 78.80]  [ 0]     [21.20]
[ 8.00]    'Ashe'    [ 0]      [ 0]      [ 0]      [100.00] [ 0]

Předpověď pozic nepřátelského týmu:
'Číslo'    'Šampion' 'Top'     'Jungle'  'Middle'  'ADC'    'Support'  'Předpoklad'
[ 2.00]    'Ahri'    [ 0]      [ 0]      [100.00]  [ 0]     [ 0]        'Víme kam jde'
[ 3.00]    'Akali'   [100.00]  [ 0]      [ 0]      [ 0]     [ 0]        'Víme kam jde'
[ 7.00]    'Annie'   [ 0]      [ 0]      [ 0]      [ 0]     [100.00]    'Víme kam jde'
[ 8.00]    'Ashe'    [ 0]      [ 0]      [ 0]      [100.00] [ 0]        'Víme kam jde'

Racionálnost týmů:
'Výběr je racionální'

Přehled rolí v našem týmu:
'Potřebné role'  'Tank'  'Mage'  'Marksman'  'Support'
'Stav'           'Máme'  'Máme'  'Chybí'     'Chybí'

Chybí nám role:
'Marksman'  'Support'

Nejlepší variantou je šampion:
'Jinx'      'Marksman'  'N/A'  [58.51]
'Ezreal'    'Marksman'  'Mage' [57.51]
'Caitlyn'   'Marksman'  'N/A'  [55.03]
'Miss Fortune' 'Marksman'  'N/A'  [54.68]
'Corki'     'Marksman'  'Mage' [54.34]

fx >> |

```

Obrázek 5.15: Výstup modelu. Přehled vybraných šampionů našeho týmu včetně rolí (Aatrox, Amumu a Anivia), přehled vybraných šampionů jejich týmu včetně relativních četností výskytu na pozicích (Ahri, Akali, Annie a Ashe), předpovídané pozice jednotlivých šampionů včetně jednoznačnosti a informaci o racionálnosti výběru, přehled rolí v našem týmu, seznam chybějících rolí a doporučení vhodného šampiona včetně rolí a odhadu pravděpodobnosti výhry.

### 5.3. Matematický model III.

Tento model je uložený jako 'VyberSampiona3.m'.

Nyní si rozšířím matematický model II. o vliv hráče. Chci do modelu přidat situace, kdy má hráč s daným šampionem nadprůměrné, nebo podprůměrné výsledky. Pro příklad si nyní vezmu hráče Tyltor a šampiony Leona a Janna. Statistiky hráče Tyltor jsou zobrazeny v tabulce 5.1. Průměrné statistiky pro šampiony Leona a Janna jsou zobrazeny v tabulce 5.2.

Tyltor	Výhry	Prohry	Celkem hry	$WPP_{ih}$
Leona	9	5	14	0,64
Janna	0	1	1	0

Tabulka 5.1: Výkon hráče Tyltor s šampiony Leona a Janna

	A	B	E	F	G	H	I
1	Šampion	ID	Win percent	Alistar	Annie	Bard	Blitzcrank
8	Janna	39	0,5379	0,5525	0,552	0,5428	0,4992
10	Leona	57	0,5171	0,5184	0,5597	0,4953	0,5055

Tabulka 5.2: Ukázka výkonu šampionů Leona a Janna proti jednotlivým Supportům (Alistar, Annie atd.) ze souboru „Celkový přehled Win rate na listech.xlsx“, list „Supp“.

Abych spočítal jak moc je lepší hráč Tyltor se šampiony Leona a Janna oproti průměrným výkonům šampionů Leona a Janna, využiji podíl těchto dvou hodnot, který si označím  $Pow_{i,h}$ .

$$Pow_{57,1} = \frac{WPP_{57,1}}{WP_{57}} = \frac{0,64}{0,52} = 1,23$$

$$Pow_{39,1} = \frac{WPP_{39,1}}{WP_{39}} = \frac{0}{0,52} = 0$$

Tyltor je s šampionem 1,23 krát lepší než průměrná Leona. Dá se předpokládat, že bude lepší i v jednotlivých dvojicích. Pro příklad uvažuji dvojici

Leona a Annie. Hodnoty  $WRP_{ijh}$  pro hráče  $h$  s šampionem  $i$  proti šampionovi  $j$  spočítám pomocí vztahu:

$$WRP_{ijh} = WR_{ij} \cdot \frac{WPP_{ih}}{WP_i} = WR_{ij} \cdot Pow_{ih}$$

$$WRP_{57,7,1} = WR_{57,7} \cdot \frac{WPP_{57,1}}{WP_{57}} = WR_{57,7} \cdot Pow_{57,1}$$

$$WRP_{57,7,1} = 0,56 \cdot 1,23 = 0,69$$

Tyltor je s šampionem 0 krát lepší než průměrná Janna. Dá se předpokládat, že bude horší i v jednotlivých dvojicích. Pro příklad uvažuji dvojici Janna a Annie. Hodnoty  $WRP_{ijh}$  odhadované pravěpodobnosti výhry hráče  $h$  s šampionem  $i$  proti šampionovi  $j$  spočítám pomocí vztahu:

$$WRP_{ijh} = WR_{ij} \cdot \frac{WPP_{ih}}{WP_i} = WR_{ij} \cdot Pow_{ih}$$

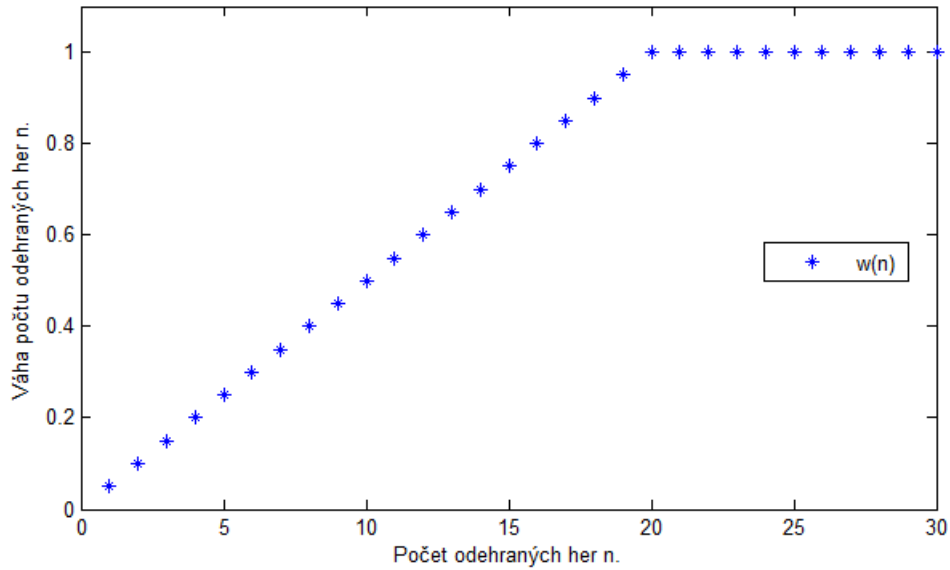
$$WRP_{39,7,1} = WR_{39,7} \cdot \frac{WPP_{39,1}}{WP_{39}} = WR_{39,7} \cdot Pow_{39,1}$$

$$WRP_{39,7,1} = 0,55 \cdot 0 = 0$$

Výsledek pro šampiona Leona je na první pohled dobrý, avšak u šampiona Janna tomu tak není. To proto, že na rozdíl od dat šampionů, nemám žádné omezení na počet odehraných her pro data hráčů. Při odehrání jedné hry, kterou Tyltor prohrál, má  $WPP_{ih} = 0$ . Díky tomu pro šampiona s průměrnou hodnotou  $WP_i = 0,5$  spočítám  $Pow_{i,h} = 0$  a tím i  $WRP_{ijh} = 0$ , tedy na základě jedné prohry bych odhadoval 0% pravděpodobnost výhry pro hru další. Abych tomu zamezil, vytvořím si váhovou funkci  $w : \mathbb{N} \mapsto \langle 0, 1 \rangle$  pro počet odehraných her  $n$ .

$$w(n) = \begin{cases} n \cdot 0,05 & \text{pro } 1 \leq n < 20 \\ 1 & \text{pro } 20 \leq n \end{cases}$$

Definičním oborem jsou přirozená čísla, jelikož počet her nemůže být záporný a pro nula her nemáme záznam o šampionovi pro hráče. Tato váhová funkce mi



Obrázek 5.16: Grafické znázornění váhové funkce  $w(n)$ .

dá váhu 5% na každou hru pro počet her menší než 20. Pro 20 a více her má váhová funkce hodnotu 1. Hodnota 20 je expertně určená. Pokud nemám pro hráče s daným šampionem alespoň 20 odehraných her, musím  $WRP_{ijh}$  upravit do obecného tvaru:

$$WRP_{ijh} = WR_{ij} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{ih}}{WP_i} - 1 \right) \cdot w(n) + 1 \right) = WR_{ij} \cdot \left( (Pow_{ih} - 1) \cdot w(n) + 1 \right).$$

Pro hráče Tyltor a dvojici Leona a Annie:

$$WRP_{57,7,1} = WR_{57,7} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{57,1}}{WP_{57}} - 1 \right) \cdot w_{57,1} + 1 \right) = WR_{57,7} \cdot \left( (Pow_{57,1} - 1) \cdot w_{57,1} + 1 \right),$$

$$WRP_{57,7,1} = 0,56 \cdot \left( (1,23 - 1) \cdot 14 \cdot 0,05 + 1 \right) = 0,56 \cdot (0,23 \cdot 0,7 + 1) = 0,65.$$

Pro hráče Tyltor a dvojici Janna a Annie:

$$WRP_{39,7,1} = WR_{39,7} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{39,1}}{WP_{39}} - 1 \right) \cdot w_{39,1} + 1 \right) = WR_{39,7} \cdot \left( (Pow_{39,1} - 1) \cdot w_{39,1} + 1 \right),$$

$$WRP_{39,7,1} = 0,55 \cdot ((0 - 1) \cdot 1 \cdot 0,05 + 1) = 0,55 \cdot (-1 \cdot 0,05 + 1) = 0,52.$$

Stejným způsobem si upravím i  $WP_i$ ,  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMW_{il}$ :

$$WP_{ih} = WP_i \cdot \left( \left( \frac{WPP_{ih}}{WP_i} - 1 \right) \cdot w(n) + 1 \right) = WP_i \cdot ((Pow_{ih} - 1) \cdot w(n) + 1).$$

$$BAWRP_{ijh} = BAWR_{ij} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{ih}}{WP_i} - 1 \right) \cdot w(n) + 1 \right) = BAWR_{ij} \cdot ((Pow_{ih} - 1) \cdot w(n) + 1).$$

$$BSWRP_{ikh} = BSWR_{ik} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{ih}}{WP_i} - 1 \right) \cdot w(n) + 1 \right) = BSWR_{ik} \cdot ((Pow_{ih} - 1) \cdot w(n) + 1).$$

$$BMW_{il} = BMW_{il} \cdot \left( \left( \frac{WPP_{ih}}{WP_i} - 1 \right) \cdot w(n) + 1 \right) = BMW_{il} \cdot ((Pow_{ih} - 1) \cdot w(n) + 1).$$

A také upravím hodnoty  $BASWR_{ijk}$ ,  $BAMWR_{ijl}$ ,  $BSMWR_{ikl}$  a  $BASMWR_{ijkl}$ :

$$BASWRP_{ijkh} = \min(WRP_{ijh}, WRP_{ikh})$$

$$BAMWRP_{ijlh} = \min(WRP_{ijh}, WRP_{ilh})$$

$$BSMWRP_{iklh} = \min(WRP_{ikh}, WRP_{ilh})$$

$$BASMWRP_{ijklh} = \min(WRP_{ijh}, WRP_{ikh}, WRP_{ilh})$$

Matematický model III. je funkčně stejný jako Matematický model II. Rozdíl je v tom, že se při spuštění zeptá na přezdívku hráče, kterému budu dávat doporučení. Seznam hráčů včetně nápovědy je zobrazen v příkazovém řádku. Příslušného hráče zadejte pomocí hodnoty HráčID, jako číselnou hodnotu 1-10. Po spuštění model načte soubory matic „country.mat“ a „bottom.mat“. Příslušné matice následně přepíše podle zvoleného hráče, avšak změnu neukládá. Přepsáním matic změní původní odhady pravděpodobnosti výhry jednotlivých dvojic šampionů pomocí příslušných výše popsaných upravených hodnot, a tedy bude dávat jiné výsledky pro ty šampiony, s kterými vybraný hráč hrál.

Tento model je uložený jako 'VyberSampiona3.m'.

## 5.4. Matematický model IV.

Tento model je uložený jako 'VyberSampiona4.m'.

Hodnoty  $WP_i$ ,  $WR_{ij}$ ,  $BAWR_{ij}$ ,  $BSWR_{ik}$  a  $BMWR_{il}$ , podle kterých dávám doporučení, jsou velmi podobné a často se liší jen jedním procentem, či pouze desetiny procent. Půjde mi vhodné se na tyto hodnoty podívat pomocí testu homogenit, abych zjistil jestli jsou rozdíly statisticky významné. Nejprve si vytvořím kontingenční tabulky dvojic šampionů.

Uvažuji dvourozměrný náhodný vektor se složkami (náhodnými veličinami)  $X, Y$ , které nabývají hodnot  $1, \dots, r$  a  $1, \dots, s$  s pravděpodobnostmi  $p_{ij} = P(X = i, Y = j)$ ,  $i = 1, \dots, r$ ,  $j = 1, \dots, s$ . Označím symbolem  $n_{ij}$  četnost jevu ( $X = i, Y = j$ ) při provedení dvourozměrného náhodného výběru

$$(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n),$$

příslušného náhodného vektoru  $(X, Y)$ , a pro marginální četnosti zavedu označení

$$n_{i.} = \sum_{j=1}^s n_{ij}, n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}.$$

Všechny tyto četnosti se zapisují do tabulky 5.3, které říkáme kontingenční tabulka.

$X \backslash Y$	1	2	3	$\dots$	s	$\Sigma$
1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{13}$	$\dots$	$n_{1s}$	$n_{1.}$
2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{23}$	$\dots$	$n_{2s}$	$n_{2.}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
r	$n_{r1}$	$n_{r2}$	$n_{r3}$	$\dots$	$n_{rs}$	$n_{r.}$
$\Sigma$	$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n_{.3}$	$\dots$	$n_{.s}$	$n$

Tabulka 5.3: Kontingenční tabulka.

Budu využívat kontingenční tabulky pouze se dvěma hodnotami pro každý ze sledovaných znaků  $X, Y$ , zvané čtyřpolní tabulky, kde  $r = s = 2$ , viz tabulka 5.4. Jsou-li řádkové součty  $n_{i.}$  v kontingenční tabulce pevně zadány, lze

$X \setminus Y$	1	2	$\Sigma$
1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1.}$
2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2.}$
$\Sigma$	$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n$

Tabulka 5.4: Čtyřpolní tabulka.

její řádky pokládat za  $r$  výběrů z multinomických rozdělení s danými parametry  $n_1, \dots, n_r$ . Testuji hypotézu, že příslušná multinomická rozdělení mají stejné pravděpodobnosti. Uvedenou hypotézu lze zapsat jako

$$H_0 : p_{i1} = p_1, \dots, p_{is} = p_s, \quad \forall i = 1, \dots, r,$$

kde pravděpodobnosti  $p_1, \dots, p_s$  nejsou známé. Alternativou je, že alespoň jedna z uvedených rovností neplatí. I když v tomto případě jsou součty  $n_{i.} = \sum_{j=1}^s n_{ij}$  pevné (jsou dány předem, nejsou výsledkem náhodného pokusu), použijí testovací statistiku

$$Z = n \cdot \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})^2}{n_{1.}n_{2.}n_{.1}n_{.2}},$$

kteřá má za platnosti nulové hypotézy asymptoticky pro  $n \rightarrow \infty$  rozdělení  $\chi^2$  o  $(r-1)(s-1)$  stupních volnosti. V tomto případě hovořím o testu homogenity.

Příklad uvedu na šampionech na pozici Support, konkrétně doporučení proti šampionovi Annie. Pro ukázkou vytvořím kontingenční tabulku pro šampiony Bard a Blitzcrank, viz tabulka 5.5.

Výsledek \ Šampion	Bard	Blitzcrank	$\Sigma$
Výhra	157	174	331
Prohra	165	268	433
$\Sigma$	322	442	764

Tabulka 5.5: Kontingenční tabulka pro šampiony Bard a Blitzcrank na pozici Support vůči Supportovi Annie.

$$Z = 764 \cdot \frac{(157 \cdot 268 - 174 \cdot 165)^2}{331 \cdot 433 \cdot 322 \cdot 442} = 6,69.$$



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	annie			Alistar	Annie	Bard	Blitzcrank	Brand
2				205	0	157	174	52
3				248	0	165	268	81
4	Alistar	205	248	0	0	0,93	3,18	1,58
5	Annie	0	0	0	0	0	0	0
6	Bard	157	165	0,93	0	0	6,69	3,54
7	Blitzcrank	174	268	3,18	0	6,69	0	0
8	Brand	52	81	1,58	0	3,54	0	0

Tabulka 5.6: Test homogenity hodnot  $WR_{i,7}$  šampionů na pozici Support vůči Supportovi Annie. Ve druhém řádku, resp. sloupci B, jsou počty vyhraných her proti Annie. Ve třetím řádku, resp. sloupci C, jsou počty prohraných her proti Annie. Od buňky D4 je použita testovací statistika  $Z$  pro příslušné šampiony. Při dělení nulou jsem chybové hlášky nahradil nulami.

Hodnotu testovací statistiky porovnám s hodnotou  $\chi_{1;0,95}^2 = 3,84$ . Jelikož je vyšší, nulovou hypotézu zamítám ve prospěch alternativy. Je tedy rozdíl, pokud si vyberu šampiona Bard, nebo Blitzcrank.

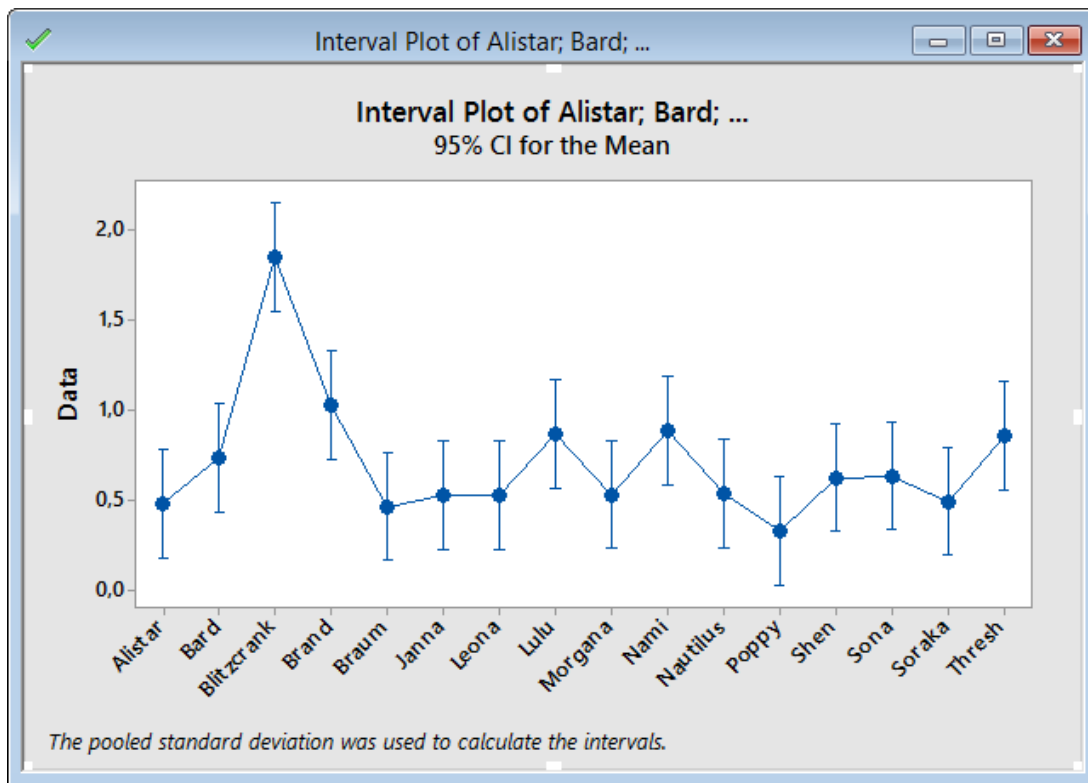
Pro jednotlivé kontingenční tabulky si nejprve vytvořím matice vyhraných a prohraných her ve dvojici. Použiji soubory „Celkový přehled Win rate na listech.xlsx“ a „Celkové počty her na listech.xlsx“. Vytvořím si nový soubor „Homogeneity.xlsx“, do kterého si uložím tyto matice a spočítám hodnoty testovací statistiky  $Z$ . Pokud dvojice šampionů proti sobě doposud nehrála, dojde k dělení nulou. Chybové hlášky jsem pro lepší přehlednost nahradil hodnotami „0“, viz tabulka 5.6. Nulové řádky a sloupce si následně odstraním a nebudu je dále uvažovat.

$$D4 = \frac{(\$B5 + \$C5 + D\$2 + D\$3) * ((\$B5 * D\$3 - \$C5 * D\$2) ^ 2)}{(\$B5 + \$C5) * (D\$2 + D\$3) * (\$B5 + D\$2) * (\$C5 + D\$3)}$$

Na základě zamítnutých nulových hypotéz chci vytvořit skupiny šampionů, jejichž rozdíl v hodnotách  $WR_{i,7}$  je statisticky nevýznamný. Výsledky testové statistiky, které zamítnou nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, mi říkají, že je rozdíl statisticky významný a tedy je rozdíl mezi výběrem jednoho z těchto dvou šampionů. Výsledky testové hypotézy, které nezamítnou nulovou

hypotézu mi však pouze říkají, že nebyl prokázán rozdíl ve výkonu u dané dvojice. Pro vytvoření skupin využiji software Minitab. Na jednotlivé výsledky testovací statistiky  $Z$  použiji Fisherovu metodu nejmenších signifikantních rozdílů (Fisher's LSD). Metoda Fisher's LSD je používána v ANOVĚ pro vytvoření intervalů spolehlivosti pro všechny párové rozdíly mezi průměry, zatímco kontroluje individuální chybovost na určené hladině významnosti. Následně použije individuální chybovost a počet porovnání k výpočtu simultánní úrovně spolehlivosti pro všechny intervaly spolehlivosti. Tato simultánní úroveň spolehlivosti je pravděpodobnost, že všechny intervaly spolehlivosti obsahují skutečný rozdíl. Je důležité vzít v úvahu „chybovost rodiny“ (family error rate) při provádění více srovnání, protože šance na spáchání chyby prvního druhu (zamítnutí pravdivé nulové hypotézy) pro sérii srovnání je vyšší než chybovost u samotného srovnání. Vytvořené skupiny budou vypadat viz tabulka 5.7. Jednotlivé průměry, které nesdílí písmeno, jsou signifikantně rozdílné.

Stejný postup je nutno provést pro všechny ostatní šampiony a pozice. Vzhledem k náročnosti zpracování dat (potřeba vytvořit přes 284 matic homogenit a z nich následně získat informace o skupinách), jsem nezpracovával rozdělení do skupin pro všechny šampiony a pozice. Zpracoval jsem pouze tabulky s výsledky testů homogenit pro všechny pozice. Vytvoření skupin jsem provedl pouze pro náš příklad, tedy najít vhodného Supporta proti Annie. Pro ostatní případy je postup stejný.



Obrázek 5.17: Grafické znázornění výstupu Fisherovi metody nejmenších signifikantních rozdílů programu Minitab odpovídající tabulce 5.7.

	A	B	C	D
1	Factor	N	Mean	Grouping
2	Blitzcrank	61	1,843	A
3	Brand	61	1,026	B
4	Nami	61	0,886	BC
5	Lulu	61	0,864	BC
6	Thresh	61	0,856	BC
7	Bard	61	0,732	BCD
8	Sona	61	0,633	BCD
9	Shen	61	0,623	BCD
10	Nautilus	61	0,534	CD
11	Morgana	61	0,528	CD
12	Janna	61	0,522	CD
13	Leona	61	0,522	CD
14	Soraka	61	0,491	CD
15	Alistar	61	0,480	CD
16	Braum	61	0,462	CD
17	Poppy	61	0,329	D

Tabulka 5.7: Šampioni hrající proti Annie, kteří jsou rozděleni do skupin na základě signifikantních rozdílů ve výkonu. Ve sloupci B-D je výstup modelu z Minitabu. Jednotlivé průměry, které nesdílí písmeno, jsou signifikantně rozdílné.

## 5.5. Matematický model V.

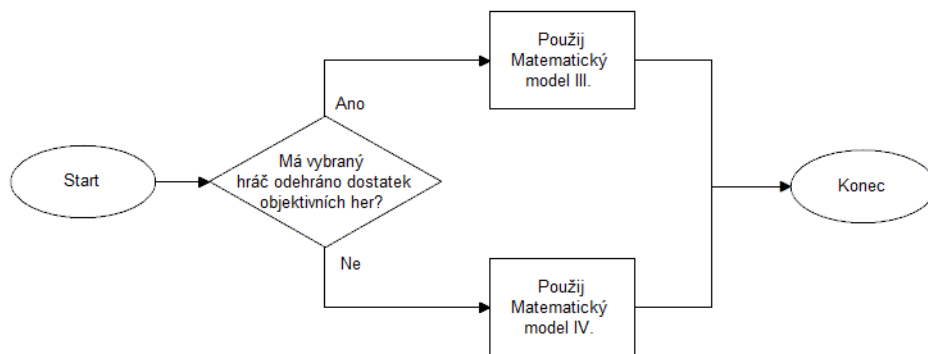
Tento model je uložený jako 'VyberSampiona5.m'. V této kapitole jsem využil []

Nyní je potřeba se rozhodnout, který matematický model použít. Matematický model III. je komplexnější než matematický model I. a II., proto je nebudu při rozhodování mezi modely uvažovat. Mohou však nastat situace, kdy matematický model III. nám nedá žádnou, případně téměř žádnou dodatečnou informaci oproti matematickému modelu II., a to v případě, že:

- Hráč nemá dostatek odehraných her, např. protože téměř každou hru hrál s jiným šampionem. Za dostatek odehraných her považuji alespoň 10 her odehraných s jedním šampionem pro alespoň 5 šampionů.
- Hráč nemá žádné odehrané hry, pokud např. trénoval pouze v normálních hrách a právě se rozhodnul začít s hodnocenými hrami.
- Hráč nemá dostatek objektivních her, např. protože doposud hrál jednu pozici, ale nyní se rozhodl hrát na jiné pozici. Za objektivní hry označím odehrané hry v rámci pozice, na kterou právě vybírám.

Pro využití Matematického modelu III. tedy chci, aby měl hráč dostatek odehraných objektivních her. To znamená, že chci, aby měl alespoň 10 her odehraných s jedním šampionem pro alespoň 5 šampionů v rámci pozice, na kterou bude vybírat. Pokud není podmínka splněna, použiji matematický model IV.

Matematický model V. za nás rozhodne, zdali je vhodné využít Matematický model III., nebo IV., podle počtu odehraných her na zvolené pozici, viz obr [5.18](#).



Obrázek 5.18: Vývojový diagram matematického modelu V.

# Kapitola 6

## Závěr

Matematický model III. mi dává dobré výsledky, s kterými jsem spokojen, vzhledem k omezenosti vstupních dat. Je však podmíněn dostatečným počtem odehraných her vybraným hráčem. V případě, kdy tato podmínka splněna není, je vhodné použít Matematický model IV., který mi vytvoří takové skupiny šampionů, jejichž volbou se nedostanu do značné nevýhody, i když mají nižší procento vyhraných her. Matematický model V. mi pomůže rozhodnout, který z těchto modelů využít. Hlavním problémem jsou vstupní data. Dostupná data je velmi náročné získat a zpracovat. Kdybych byl schopen napojit model přímo na databázi, odkud by čerpal aktuální data, výsledky by byly aktuální. Jelikož tuto možnost nemám a model je pouze statický, nemůžu ověřit funkčnost modelu. Navíc by mi pro vhodné ověření nestačilo odehrát pouze jednu hru. Bylo by třeba odehrát minimálně 20 her, ideálně však alespoň 100 her ve stejné sestavě šampionů v obou týmech. Toto ověření je z praktického hlediska velmi náročné. Další značnou nevýhodou je to, že nejsou k dispozici i další data, např. pro dvojice Top + Jungler, nebo Top + Mid. Kdybych tato data měl, byl bych schopen přesnějších výsledků. Hlavním přínosem je vytvoření modelu, který bere v potaz více vlivů. Při výběru šampionů je hráč časově omezen a vybírá především subjektivně, či objektivně pouze jednoho vlivu, např. vybere pouze dle hodnoty  $WR_{ij}$ , nebo pouze na základě svých výkonů s šampiony  $WPP_{ih}$ .

# Literatura

- [1] KOMPRDOVÁ, Klára: Rozhodovací stromy a lesy, Akademické nakladatelství Cerm, Brno, 2012.
- [2] Oficiální stránky hry [online], dostupné z: <http://eune.leagueoflegends.com/>
- [3] Statistiky šampionů [online], dostupné z: <http://champion.gg/>
- [4] Statistiky hráčů [online], dostupné z: <http://eune.op.gg/>
- [5] Informace o šampionech [online], dostupné z: [http://leagueoflegends.wikia.com/wiki/League\\_of\\_Legends\\_Wiki](http://leagueoflegends.wikia.com/wiki/League_of_Legends_Wiki)
- [6] Nástroj HELP programu MATLAB
- [7] HRON, K., KUNDEROVÁ, P. Základy počtu pravděpodobnosti a metod matematické statistiky. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2013. ISBN 978-80-244-3396-7.
- [8] Nástroj HELP programu Minitab
- [9] Nástroj HELP programu Excel