

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra počítačů



Diplomová práce

## **Multiplatformní hra pro více hráčů**

*Bc. Jakub Wagner*

Vedoucí práce: Ing. Adam Sporka, Ph.D.

Studijní program: Otevřená informatika, Magisterský

Obor: Softwarové inženýrství a interakce

9. května 2013



## Poděkování

Děkuji své rodině a všem přátelům za pomoc a oporu.



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8. 5. 2013

.....



# Abstract

The goal of this Master thesis was to create a cross-platform multiplayer game. Part of this thesis was to design a user interface and to test it with users. The existence of the problem, when the same game is played by different players on various devices with different demands on user controls was verified after implementation of the game prototype and the game server. These user controls differences were partially compensated by some game settings.

This Master thesis takes the reader through the process of creating multiplayer game starting with the analysis and drafts, ending with the implementation and user testing.

# Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit základ pro cross-platformní multiplayer hru. Součástí tohoto úkolu bylo navržení uživatelského rozhraní a jeho otestování s uživateli. Po implementaci prototypu klienta a serveru hry se testováním podařilo ověřit existenci problému, kdy stejnou hru hrají různí hráči na zařízeních o nestejně náročnosti na ovládání. Tyto rozdíly v náročnosti ovládání se podařilo částečně kompenzovat změnou herních parametrů.

Tato diplomová práce tedy provádí čtenáře procesem tvorby multiplayerové hry od prvotních návrhů a analýzy až po implementaci a testování s uživateli.





# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Design document</b>	<b>5</b>
2.1	Úvod . . . . .	5
2.1.1	Základní popis hry . . . . .	5
2.1.2	Inspirace . . . . .	5
2.2	Gameplay . . . . .	6
2.2.1	Ovládání . . . . .	6
2.2.2	Vlny . . . . .	7
2.2.3	Cíl hry . . . . .	7
2.2.4	Vlastnosti herní postavy . . . . .	7
2.2.5	Vlastnosti zbraně . . . . .	8
2.2.6	Hráčské třídy . . . . .	8
2.2.7	Roboti . . . . .	9
2.2.8	Herní objekty . . . . .	9
2.2.9	Krátkodobé vylepšení . . . . .	9
2.2.10	Dlouhodobé vylepšení . . . . .	9
2.2.11	Mapa . . . . .	10
2.3	Grafika a umělecký styl . . . . .	10
2.3.1	Svět a kamera . . . . .	10
2.3.2	Styl hry . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Analýza, návrh a testování UI</b>	<b>13</b>
3.1	Softwarové požadavky . . . . .	13
3.2	Návrh uživatelského rozhraní . . . . .	14
3.3	Testování uživatelského rozhraní . . . . .	24
3.3.1	Cílová skupina . . . . .	24
3.3.2	Screening . . . . .	24
3.3.3	Výběr participantů . . . . .	24
3.3.4	Testovací scénáře . . . . .	24
3.3.5	Debriefing . . . . .	25
3.3.6	Průběh testování . . . . .	25
3.3.7	Výsledky testování uživatelského rozhraní . . . . .	26
3.3.7.1	Popis barevného odlišení . . . . .	30
3.3.8	Analýza výsledků testování . . . . .	30

<b>4</b>	<b>Výběr technologií</b>	<b>31</b>
4.1	Rešerše multi-plaťfomních vývojářských technologií	31
4.1.1	Adobe Flash Platform	31
4.1.2	Unity3D	32
4.1.3	CocoonJS	33
4.1.4	Verdikt	33
4.2	Rešerše multiplayerových knihoven a služeb	34
4.2.1	PlayerIO	34
4.2.2	AS3 Multiuser Library	34
4.2.3	SmartFox server	35
4.2.4	Verdikt	36
<b>5</b>	<b>Realizace</b>	<b>37</b>
5.1	Serverová část	37
5.1.1	Vývojová prostředí	37
5.1.2	PlayerIO	38
5.1.3	Zprávy	40
5.1.4	Vybrané problémy	42
5.2	Klientská část	43
5.2.1	Vývojová prostředí	43
5.2.2	Použité frameworky	44
5.2.3	Vybrané problémy	45
5.3	Společná část	46
5.3.1	Editor map	46
5.3.2	Konfigurační XML soubory	47
<b>6</b>	<b>Kompenzace obtížnosti</b>	<b>49</b>
6.1	Popis problému	49
6.2	Možnosti kompenzace	51
6.3	Testování	52
6.3.1	Příprava testu	52
6.3.2	Průběh testu	53
6.4	Výsledky	53
6.5	Zpracování výsledků	54
6.6	Testování s kompenzovanými zařízeními	55
6.7	Zpracování výsledků na kompenzovaných zařízeních	57
6.8	Závěry	57
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>59</b>
7.1	Pokračování práce	59
7.2	Zhodnocení splnění cílů	60
7.3	Přínos práce	60

<b>A</b>	<b>Data z testování obtížnosti</b>	<b>65</b>
A.1	Výsledky hráčů na různých zařízeních . . . . .	66
A.2	Výsledky hráčů na kompenzovaných zařízeních . . . . .	71
A.3	Zpracované výsledky . . . . .	75
<b>B</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>77</b>
<b>C</b>	<b>Manuál k aplikaci</b>	<b>79</b>
C.1	Požadavky pro běh hry . . . . .	79
C.2	Pokyny ke spuštění serveru development serveru . . . . .	80
C.3	Pokyny ke spuštění hry . . . . .	82
<b>D</b>	<b>Obsah přiloženého CD-ROM</b>	<b>83</b>



# Seznam obrázků

2.1	MvM (Man vs. Machines) – mód nejhranější FPS hry na platformně Steam	5
2.2	Twin Stick ovládání – dvojice joysticků v rozích dotykového displeje	6
2.3	Ukázka kosoúhlé projekce – oblique projection – převzato z << <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphical_projection_comparison.png">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphical_projection_comparison.png</a> >>	10
2.4	Kingdom Rush – ukázka hry s kosoúhlým zobrazením světa	11
2.5	Fallout – inspirace pro budoucí vznik grafiky	11
3.1	Přihlašovací obrazovka	14
3.2	Hlavní menu	15
3.3	Vytvoření rychlé hry	16
3.4	Vytvoření hry s přáteli	17
3.5	Pozvání přátel do hry	17
3.6	Připojení ke hře	18
3.7	Čekání na připojení dalších hráčů	19
3.8	Matchmaking – hledání vhodné hry	19
3.9	Nastavení	20
3.10	In-game	20
3.11	In-game nabídka	21
3.12	Oznámení o výhře	22
3.13	Oznámení o prohře	22
3.14	Výběr třídy hráče	23
4.1	Adobe Flash Platform	31
4.2	Unity3D	32
4.3	CocoonJS	33
4.4	PlayerIO	34
4.5	AS3 Multiuser Library	35
4.6	SmartFox server	35
5.1	Microsoft Visual Studio 2010 Express	37
5.2	Prostředí PlayerIO Development Server	38
5.3	Server (Player IO) – Klienti (Adobe AIR a Adobe Flash)	39
5.4	Náčrtek waylines na jednoduché mapě.	42
5.5	Snímek ze serveru prezentující reálně vypadající rozprostření robotů v prostoru díky navigačním linkám.	42
5.6	Screenshot z vývojového prostředí Flash Develop	43

5.7	Screenshot z vývojového prostředí Adobe Flash Professional CS5.5 . . . . .	44
5.8	Editor map. Ukázka vlastní komponenty – nastavení navigační linky robota. . . . .	47
6.1	Screenshot ze hry – střelba na statický cíl . . . . .	50
6.2	Screenshot ze hry – střelba na dynamický cíl . . . . .	50
6.3	Screenshot ze hry – proběhnutí bludištěm . . . . .	51
A.1	Proběhnutí bludištěm na čas – relativní zlepšení zařízení . . . . .	76
A.2	Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl – relativní zlepšení zařízení . . . . .	76
A.3	Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl – relativní zlepšení zařízení . . . . .	76
C.1	Po prvním spuštění development serveru je vyžadováno přihlášení. . . . .	80
C.2	Vytvoření nové hry v administrátorském rozhraní PlayerIO. . . . .	81
C.3	Identifikátor hry v administrátorském rozhraní PlayerIO a tlačítko pro nahrání knihovny DLL. . . . .	81
C.4	Po spuštění hry je třeba zadat identifikátor hry z PlayerIO. . . . .	81
C.5	Struktura nahraných souborů v PlayerIO GameFS. . . . .	82
D.1	Obsah přiloženého CD-ROM . . . . .	83

# Kapitola 1

## Úvod

Autor práce je herním fanouškem, hráčem a programátorem. Kromě studia na ČVUT se již dlouhodobě věnuje tvorbě RIA, desktopových a mobilních aplikací a také občasné tvorbě jednodušších her. Čas, který věnuje diplomové práci chce v první řadě využít k vývoji kvalitního produktu, který se podaří úspěšně dokončit a dostat do produkční fáze.

**Platformy** V dnešní době jsou desítky herních platform - od herních konzolí, počítačů s různými operačními systémy a v poslední době se mezi ně zařadily i mobilní telefony a tablety. Toto je obrovský problém nejen pro vývojáře her. Cílem všech autorů komerčního softwaru a her je vytvářet, pokud je to v dané situaci možné, produkty multiplatformní a tak svůj produkt nabízet co nejvíce zákazníkům.

Při vývoji multiplatformního produktu není jen problém v technické různorodosti platform, ale jelikož se jedná o různá zařízení o různých velikostech s různým příslušenstvím, je nutné počítat i s rozdílným ovládáním aplikací a her.

Hraní stejné hry mezi různými platformami po síti se v angličtině nazývá Cross-Platform multiplayer. Lze se s ním setkat u relativně velmi malého počtu her, k dnešnímu datu lze například na Steamu<sup>1</sup> nalézt pouhých 32 her[34] (z celkového počtu více jak 1800 her[33]), které podporují Cross-Platform multiplayer.

**Uživatelé** Chování a potřeby uživatelů jsou různé. Jsou hráči, kteří hrají několik hodin denně, ale jsou i hráči, kteří si najdou jen pár minut – například cestou do školy nebo do práce prostředkem hromadné dopravy. Zde je opět snaha získat co největší počet potenciálních hráčů tak, aby byla hra oblíbená u co možná největšího počtu kategorií hráčů.

---

<sup>1</sup>Steam - největší sociální herní platforma pro PC[33]

Hráči se rozdělují běžně do těchto kategorií[17]:

**Casual gamer** Casual gamer je hráč, který hraje hry nepravidelně a stráví hraním minimální množství času. Žánry her, které hraje a na jaké platformě, se různí. Ze statistiky vyplývá, že casual hráč je většinou starší než průměrný hráč a často je ženského pohlaví.

**Mid-core gamer** Mid-core hráč se vyznačuje zájmem o tvůrčí a rozmanité hry s tím, že nemá dostatek času hrát – proto většinou nehraje dlouhé hry. Mid-core hráč má již zájem o složitější hry.

**Hardcore gamer** Hardcore hráči se vyznačují velkým množstvím času, které tráví hraním počítačových her. Dalším typickým znakem hardcore hráče je časté zapojování se do soutěží a snaha umístit se v různých žebříčcích. Existuje ale velké množství jejich typů na základě jejich preferencí žánru hry, herní platformě, stylu hry atd.

**Pro-gamer** Profesionální hráč se od hardcore hráče liší pouze tím, že je za hraní her placen. Za svoji dovednost, spočívající v brilantním ovládnutí hry, je odměňován sponzory anebo výhrami v různých soutěžích.

**Uživatelské rozhraní** Různé platformy vyžadují různá uživatelská rozhraní. Ta samozřejmě musí být přizpůsobena velikosti obrazovky, uživatelskému vstupu a vůbec celkovému konceptu platformy. Například na dotykových zařízeních musí být všechny prvky upraveny tak, aby byly ovladatelné prstem, a naopak pro platformy s pákovými ovladači musí být prvky jednoduše dostupné (označitelné) i bez použití kurzoru. Obecně však musí být uživatelské rozhraní a ovládnutí hry použitelné na všech platformách.

**Kooperativní hry** Označováno jako co-op hry. Jedná se o vlastnost počítačové hry, ve které hráči plní cíl hry společně a při jeho plnění spolupracují. Hráči hrají společně v týmu proti počítačem řízeným nepřitelem / nepřáteli. Společné hraní umožňuje hráčům si navzájem pomáhat – uzdravováním, vzájemným krytím a dalšími akcemi[15]. V posledních letech kooperativní hry nabývají na popularitě[3].

**Předem známé problémy** Při vývoji multiplatformního software obecně odpadají některé problémy. Bohužel využitím cross-platformních vývojových prostředí a enginů problémy naopak vznikají – zde je soupis těch největších problémů:

- Multiplatformní vývojářská platforma nemusí podporovat všechny vlastnosti operačního systému nebo zařízení.
- Virtuální stroj často nenabízí takový výkon jako nativní aplikace, jak z hlediska algoritmů, tak z hlediska renderingu.
- Nemožnost využití high-end grafických efektů (chybí optimalizace na konkrétní hardware a platformu) a často celková absence 3D.
- Spoléhání na jeden konkrétní produkt, který často používá vlastní jazyk, popřípadě vlastní SDK, které nemá jiné využití.



- Produkt používaný k vývoji často nebývá zdarma.

Dalšími souvisejícími problémy jsou ty, které vznikají při vývoji cross-platform multiplayer her:

- Nelze udržovat na všech platformách stejnou frekvenci updatů.
- Hráči jsou na některých platformách v nevýhodě (ovládání, velikost obrazovky, kvalita obrazu atp.).
- Specifický prostředí konkrétní platformy nemusí podporovat nějakou vlastnost.

**Záměr** Záměrem je vytvořit cross-platformní kooperativní hru pro dotykové telefony, tablety a klasické počítače.

**Motivace** Autorovi práce se nepodařilo najít žádnou obdobnou hru, která by měla podobné klíčové vlastnosti – multiplatformnost, multiplayer a týmová kooperace. Obecně je kooperativních multiplayer her pro dotyková zařízení (chytré mobilní telefony a tablety) a klasické počítače málo.

Neustále rostoucí počet majitelů chytrých telefonů a tabletů samozřejmě zvyšuje i počet hráčů na těchto platformách. Naším cílem je proto mířit na všechny skupiny hráčů – od herních nadšenců až po občasné (casual) hráče. Rostoucí počet majitelů těchto zařízení se samozřejmě odráží v počtu zakoupených licencí všech aplikací a her.

Existuje zde tedy velká šance vytvořit takovou hru jako první a tak vytvořit úspěšnou hru a prodávat ji v nezanedbatelném množství.

**Cíle diplomové práce** Hlavním cílem této diplomové práce je navrhnout a vytvořit engine a hratelnou kostru aplikace, fungující na majoritních mobilních a desktopových počítačových platformách a vytvoření serveru pro tuto hru. Dalším cílem této práce je navrhnout uživatelské rozhraní hry a následně ho otestovat. V neposlední řadě se práce krátce věnuje testování rozdílné obtížnosti ovládání hry na různých typech zařízení.



## Kapitola 2

# Design document

Game design dokument (GDD) je dokument popisující návrh počítačové hry[18]. Tento dokument je v průběhu vývoje hry upravován a měněn. Je vytvořen týmem herních vývojářů a je také pro jejich interní účely používán. Struktura dokumentu není striktně dána[9]. Tato kapitola je design document pro hru, která je cílem této diplomové práce.

### 2.1 Úvod

#### 2.1.1 Základní popis hry

Jedná se o 2D kooperativní multiplayer hru ve stylu tower defense. Hlavním cílem hry bude odolávat hordám protivníků ovládaných počítačem – umělou inteligencí. Hra bude pro jednoho až čtyři hráče, kdy každý z hráčů bude mít svoji roli v týmu. Hra obsahuje drobné prvky RPG tím, že hráči získávají body za zneškodnění protivníků, které mohou v mezičase vyměnit za vylepšení svých unikátních schopností.

#### 2.1.2 Inspirace

Inspirací ke hře je herní mód MvM nejhranější FPS hry Team Fortress 2 na herní platformně Steam [35]. Herní princip tohoto módu spočívá v kooperaci 6 hráčů hrajících za různé herní postavy. Každá herní postava je pro tým něčím důležitá. Tato skupina hráčů bojuje proti početní přesile počítačem ovládaných robotů. Tato hra ovšem není k dispozici pro mobilní zařízení.



Obrázek 2.1: MvM (Man vs. Machines) – mód nejhranější FPS hry na platformně Steam

## 2.2 Gameplay

Po připojení do hry si hráči zvolí třídu, za kterou budou hrát. Jelikož hráči tvoří tým, měli by se dle zvolených tříd domluvit, kdo má jakou úlohu v týmu. Po vypršení času na přípravu hry (nebo pokud si všichni hráči odsouhlasí, že jsou připraveni) jsou do světa vypouštěny jednotlivé vlny nepřátel, kteří mají jediný cíl – zneškodnit část hráčské základny. Cílem hráčů je zabránit robotům v přiblížení se k této části hráčské základny, které by umožňovalo její napadení a následné zničení. Během vln hráči sbírají body (peníze), které proměňují za různá vylepšení. Konec hry nastává v okamžiku, kdy hráči zneškodní posledního robota z poslední vlny (ve většině případů se bude jednat o bosse) nebo pokud roboti splní svůj cíl – zničí část základny.

### 2.2.1 Ovládání

#### Mobilní telefon a tablety

Na dotykových zařízeních bude použito klasického ovládání známé z Twin Stick Shooter her<sup>1</sup>. Levý virtuální joystick slouží k ovládání pohybu hráče, pravý joystick slouží k míření a střelbě. Dále budou k dispozici 3 tlačítka, která budou volitelně na pravé či levé straně displeje – podle preferencí hráče. Tato 3 tlačítka spouští speciální akce (ability) hráče.

levý joystick	pohyb hráče
pravý joystick	míření a střelba
tlačítko 1	action slot 1
tlačítko 2	action slot 2
tlačítko 3	action slot 3



Obrázek 2.2: Twin Stick ovládání – dvojice joysticků v rozích dotykového displeje

<sup>1</sup>Twin Stick Shooter – žánr her, které se ovládají dvěma virtuálními joysticky v pravém a levém spodním rohu dotykového displeje[8]

## Počítač s klávesnicí a myší

Na klasických stolních počítačích bude využito kláves WASD pro pohyb hráče. Alternativní variantou pro pohyb hráče bude ovládání šipkami. Míření a střelba je ovládána myší ve stylu Point and Click her – levé tlačítko myši vyvolává střelbu na místo ukazatele myši. Dále pak klávesy CTRL, SHIFT a SPACE budou spouštět speciální akce (ability) hráče.

pohyb myší	míření
levé tlačítko myši	střelba
W nebo šipka nahoru	chůze směrem nahoru
S nebo šipka dolů	chůze směrem dolů
D nebo šipka doleva	chůze směrem doleva
A nebo šipka doprava	chůze směrem doprava
CTRL	action slot 1
SHIFT	action slot 2
SPACE	action slot 3

### 2.2.2 Vlny

Jedná se o označení útoku určitého množství robotů v daném čase. Jedná se o běžně užívaný termín z her žánru Tower Defense[24]. V angličtině se jedná o slovo wave – vlna.

### 2.2.3 Cíl hry

Cílem hry je odolat určitému počtu vln. Během těchto vln tým musí zabránit zničení části základny roboty. Během hry hráči dále sbírají body (peníze), které vypadávají ze zneškodněných robotů. Peníze ale po určitém čase mizí. Druhotným úkolem celého týmu je tedy nasbírat co nejvíce peněz.

### 2.2.4 Vlastnosti herní postavy

Herní postavu (třídu) charakterizují tyto vlastnosti:

život	výdrž postavy
rychlost	rychlost pohybu postavy
obrana	schopnost postavy snížit přijímaný útok
čas respawnutí	čas mezi smrtí postavy a následným objevením v zóně spawnu
radius funkčnosti abilit	maximální vzdálenost, na jakou hráč aplikuje některé ability
radius sběru peněz	maximální vzdálenost, na jakou hráč sbírá peníze
náboje	počet nábojů, které u sebe může postava nést
zbraň	typ postavou držené zbraně

### 2.2.5 Vlastnosti zbraně

Jednotlivé zbraně odlišují tyto jejich vlastnosti:

počet nábojů	počet nábojů, které se vejdou do zásobníku
kadence	rychlost střelby – počet vystřelených nábojů za jednotku času
poškození	míra maximálního poškození způsobené obětí útoku
vzdálenost	vzdálenost, do které zbraň způsobuje maximální poškození – s větší vzdáleností způsobené poškození klesá
rozptyl	přesnost zbraně a počet vystřelených nábojů při jedné střelbě
rychlost přebíjení	rychlost, za kterou se zbraň nabije na plný zásobník

### 2.2.6 Hráčské třídy

Hráč si může zvolit jednu z předpřipravených tříd. Každá má své výhody a nevýhody. Jsou navrženy tak, aby ideální tým hráčů byl složen ze všech tříd – každá třída má svoji důležitou roli v týmu.

#### Heavy

Třída s větším množstvím života a efektivní zbraní. Hráč s touto třídou je pomalý a má obnova jeho života trvá déle.

#### Scout

Třída s malým množstvím života a jednoduchou zbraní. Hráč s touto třídou je velmi rychlý a obnova jeho života trvá kratší dobu. Jeho přínosem pro tým je větší dosah při sběru peněz z nepřátel.

#### Medic

Třída se středním množstvím života a jednoduchou zbraní. Hráč s touto třídou je středně rychlý a obnova jeho života trvá středně dlouhou dobu. Jeho přínosem pro tým je abilita léčení spoluhráčů v jeho bezprostředním okolí výměnou za určitý obnos jeho nábojů.

#### Engineer

Třída s malým množstvím života a jednoduchou zbraní. Hráč s touto třídou je středně rychlý a obnova jeho života trvá středně dlouhou dobu. Jeho přínosem pro tým je abilita postavení sentry (viz dále) a doplňování nábojů spoluhráčů v jeho bezprostředním okolí výměnou za určitý obnos jeho nábojů.

### 2.2.7 Roboti

Každý robot bude mít jiné vlastnosti, které se budou podobat těm hráčským. Budou se chovat různým způsobem – například agresivně, kdy hlavním cílem robota bude útočit na hráče, nebo klidně, kdy robotovým cílem bude dostat se co nejkratší cestou k hráčské základně a zničit ji. Po zneškodnění robota se v místě smrti objeví určitý obnos peněz, který po relativně krátkém čase zmizí a tým o něj nenávratně přichází.

### 2.2.8 Herní objekty

#### Sentrygun

Jedná se o přenosnou samostatně střílející věž, kterou má možnost stavět inženýr (jedná se o jednu z jeho abilit). Věž střílí po nejbližších přímo viditelných robotech a má vlastní počet životů, díky čemuž může být roboty také zničena. Inženýr má možnost ji na dálku zneškodnit, popřípadě ji může za náboje opravovat, nachází-li se v její blízkosti.

#### Dispenser

Jedná se o přístroj doplňující hráčům v jeho bezprostřední blízkosti náboje. V celé hře se nachází pouze jeden, a to v blízkosti spawnu.

#### Healing station

Jedná se o podobný přístroj jako dispenser, který ale doplňuje hráčům v jeho blízkosti životy až do hráčova maxima. Opět se nachází pouze jeden v blízkosti spawnu.

### 2.2.9 Krátkodobé vylepšení

Za nasbírané body (peníze) mají hráči v průběhu hry možnost nakupovat vylepšení svých postav. Jedná se například o zvýšení maximálního života, zvýšení maximálního počtu nábojů, zvýšení rychlosti a podobně. Konkrétní parametry těchto vylepšení budou nastaveny až v rámci ladění všech parametrů. Tato vylepšení mají platnost pouze v průběhu jedné hry – po připojení k nové hře hráč vždy začíná bez vylepšení.

### 2.2.10 Dlouhodobé vylepšení

Za každou konkrétní vyhranou hru hráč sbírá XP body. Ty může vyměnit za drobné, avšak dlouhodobé vylepšení, popřípadě za jiná vylepšení, která nemusí mít nutně vliv na hru (může se jednat například o změnu barev oblečení herní postavy, popřípadě nějaké hodnosti a medaile). Tato vylepšení mají za cíl zvýšení soutěživosti a rivality mezi hráči, a to i přesto, že hrají ve stejném týmu. Dlouhodobé vylepšení má neomezenou platnost – není omezeno jen pro průběh jedné konkrétní hry.

### 2.2.11 Mapa

#### Spawn hráčů

Místo, kde se objevují hráči po smrti. Místo blízko základně a k cíli robotů.

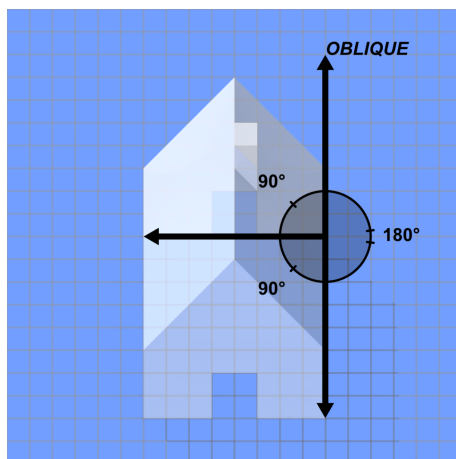
#### Nákupní zóna

Část spawnu, ve které je možné provádět nákupy krátkodobých vylepšení.

## 2.3 Grafika a umělecký styl

### 2.3.1 Svět a kamera

Pohled na herní svět bude odpovídat kosoúhlé projekci. Jedná se o pohled kamery na svět z boku, kdy vzdálenost plochy světa od kamery je ve všech místech stejná. [20] [21]



Obrázek 2.3: Ukázka kosoúhlé projekce – oblique projection – převzato z [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphical\\_projection\\_comparison.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphical_projection_comparison.png)

Takového zobrazení využívá velké množství her. Inspirací pro výběr právě kosoúhlé projekce je populární hra Kingdom Rush pro mobilní telefony, tablety i PC.

### 2.3.2 Styl hry

Hra bude laděna ve stylu Diesel Punk. Stručně řečeno, jedná se o styl, kde jsou všechny přístroje založeny na spalovacích motorech a vše je poháněno fosilním palivem – naftou. Vše by mělo být špinavé od sazí, obsahovat různé výfuky, velké analogové budíky apod. Drobnou inspirací bude při tvorbě grafiky hra Fallout, která se odehrává v postapokalyptickém světě.





Obrázek 2.4: Kingdom Rush – ukázka hry s kosoúhlým zobrazením světa



Obrázek 2.5: Fallout – inspirace pro budoucí vznik grafiky



## Kapitola 3

# Analýza, návrh a testování UI

### 3.1 Softwarové požadavky

#### Funkční

Funkční požadavky kladou požadavky na základní funkce hry. U každého požadavku by měl být uveden jeho jednoznačný popis a určena jeho důležitost[22].

Název požadavku: *Možnost hrát bez registrace*

ID požadavku: *R-01*

Popis požadavku: *Uživatel musí mít možnost si hru vyzkoušet bez nutnosti registrace.*

Priorita: *MUST-HAVE*

Název požadavku: *Možnost se rychle připojit do hry*

ID požadavku: *R-02*

Popis požadavku: *Uživatel musí mít možnost rychlého připojení do konkrétní hry.*

Priorita: *MUST-HAVE*

Název požadavku: *Možnost hrát s vybranými přáteli*

ID požadavku: *R-03*

Popis požadavku: *Uživatel musí mít možnost založit hru a následně si zahrát s jím vybranými přáteli.*

Priorita: *MUST-HAVE*

Název požadavku: *Možnost kdykoliv vypnout zvuky*

ID požadavku: *R-04*

Popis požadavku: *Uživatel má mít možnost kdykoliv jednoduše vypnout zvuky a hudbu hry.*

Priorita: *SHOULD-HAVE*

## Nefunkční

Nefunkční požadavky (non-functional requirements) jsou požadavky, které kladou například požadavky na výkonnost, kvalitu nebo design[22].

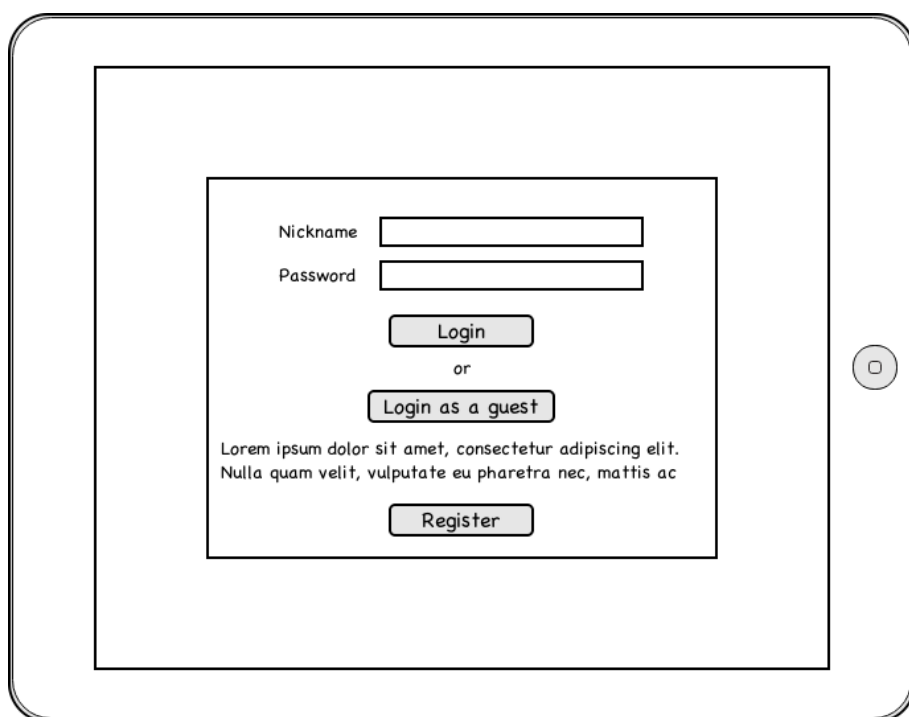
Jsou kladeny tyto nefunkční požadavky:

- Hra musí bezproblémově běžet na platformách s operačními systémy Microsoft Windows XP a novější, Apple iOS a Google Android 2.2 a novější.
- Hra musí být jednoduše ovladatelná.

## 3.2 Návrh uživatelského rozhraní

### Přihlašovací obrazovka

Přihlašovací obrazovka (obr. 3.1) se uživateli zobrazí po prvním spuštění hry, popřípadě po každém dalším spuštění, pokud hráč nebude zaregistrován. Prostřednictvím této obrazovky má hráč možnost se buď zaregistrovat a následně se přihlásit, anebo se přihlásit jako host (funkční požadavek *R-01*). Pro přihlášení pokračuje uživatel přímo na obrazovku [Hlavní menu](#).

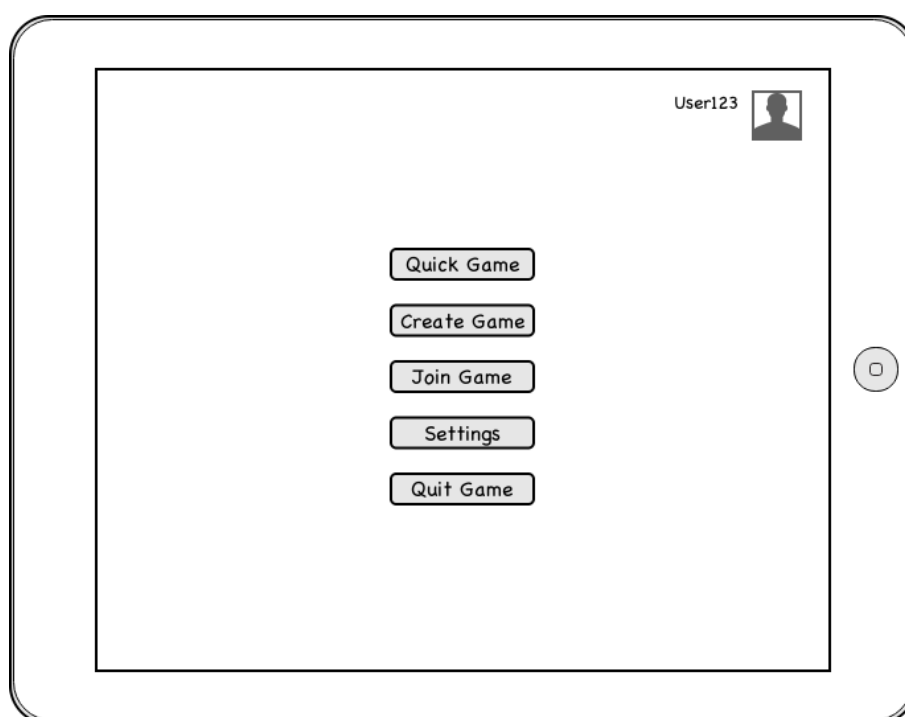


Obrázek 3.1: Přihlašovací obrazovka

### Hlavní menu

Obrazovka (obr. 3.2) hlavního menu není ničím výjimečná. Jedná se pouze o rozcestník hry. Uživatel má tak možnost si rychle vybrat jím požadovanou volbu.

Quick Play	Obrazovka <a href="#">Vytvoření rychlé hry</a>
Create Game	Obrazovka <a href="#">Vytvoření hry s přáteli</a>
Join Game	Obrazovka <a href="#">Připojení ke hře</a>
Settings	Obrazovka <a href="#">Nastavení</a>
Quit Game	Ukončí a vypne hru.



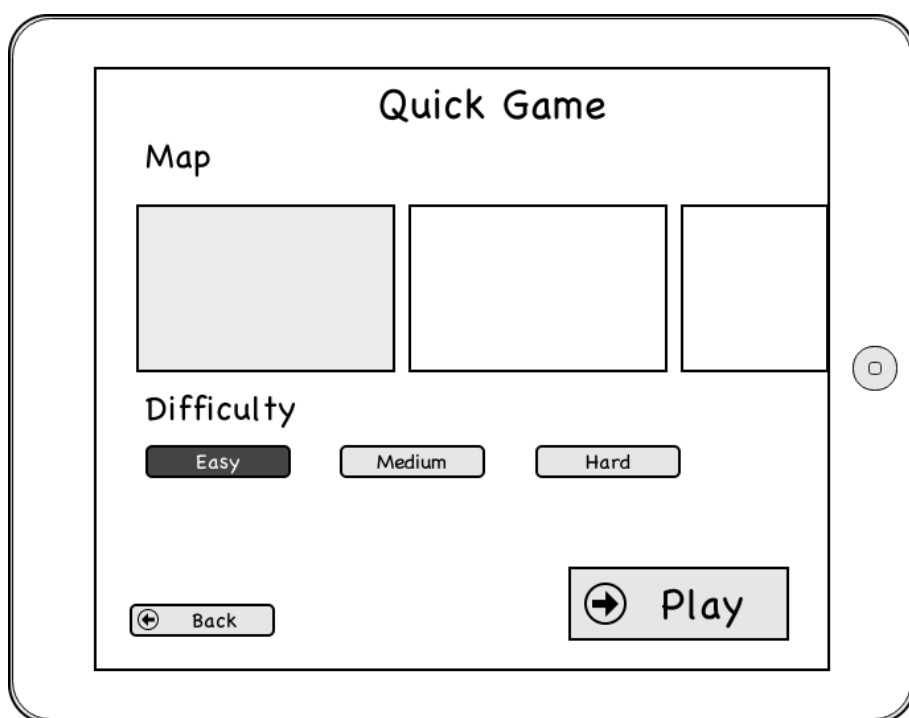
Obrázek 3.2: Hlavní menu

### Vytvoření rychlé hry

Na této obrazovce (obr. 3.3) hráč nalezne nastavení, například obtížnost a herní mapu, potřebnou k založení nové rychlé hry. Po stisku tlačítka Play je hráč ihned zapojen do hledání vhodné hry (Obrazovka [Matchmaking – hledání vhodné hry](#)).

### Vytvoření hry s přáteli

Tato obrazovka (obr. 3.4) bude obsahovat veškerá nastavení potřebná k založení nové hry – obdoba obrazovky [Vytvoření rychlé hry](#). Důležitým a proto zvýrazněným prvkem je zde



Obrázek 3.3: Vytvoření rychlé hry

tlačítko Invite Friends, kterým hráč vyvolá další obrazovku, jejíž pomocí pozve přátele do své hry.

### Pozvání přátel do hry

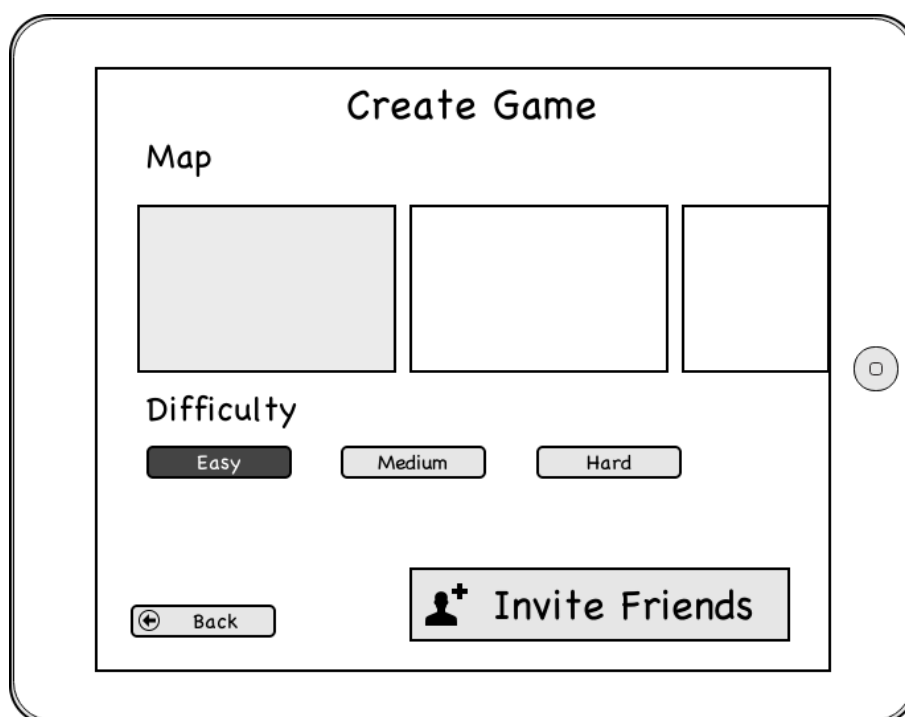
Obrazovka Pozvání přátel (obr. 3.5) do hry zobrazuje průběh připojování přátel do uživatelem založené hry tabulkou se jmény a ukazatelem, zda je daný hráč připraven ke hře. Nejdůležitější a zvýrazněnou částí této obrazovky je číslo hry, které uživatel musí sdělit svým přátelům, aby se do jeho hry mohli připojit. Dále je na obrazovce tlačítko Invite Strangers, které tuto hru zpřístupní ostatním hráčům, kteří hru hledají např. přes obrazovku [Vytvoření rychlé hry](#) (Quick Game).

### Připojení ke hře

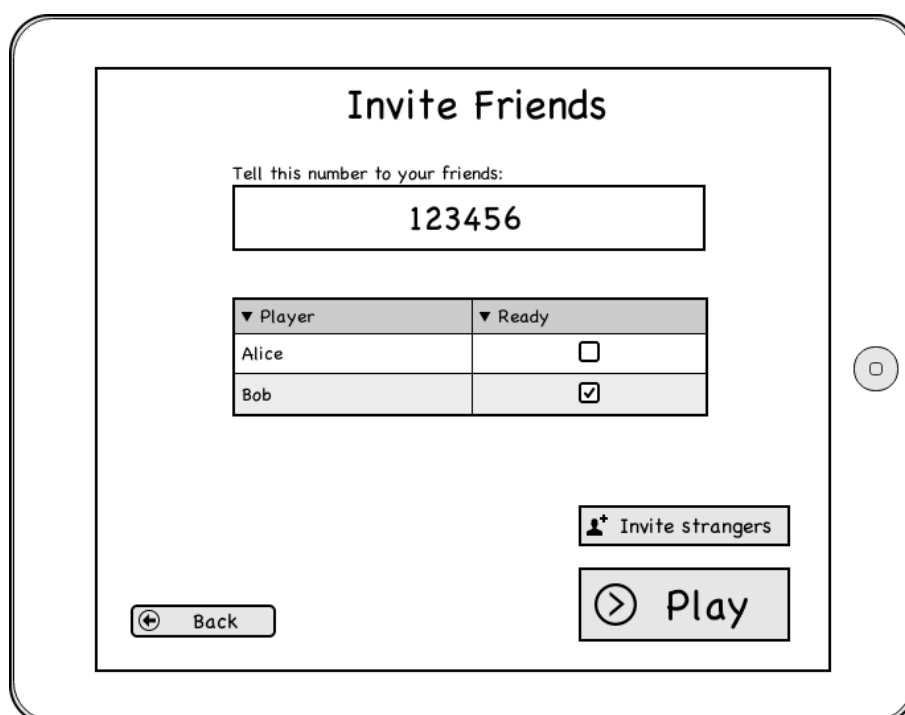
Jedná se o velmi jednoduchou obrazovku (obr. 3.6), která obsahuje pouze textové pole pro zadání čísla hry. Po zadání správného čísla se hráči zobrazí obrazovka, ve které vidí průběh připojování ostatních přátel a hráčů – obrazovka [Čekání na připojení dalších hráčů](#).

### Čekání na připojení dalších hráčů

Obrazovka (obr. 3.7) je obdobou obrazovky [Pozvání přátel do hry](#) s tím rozdílem, že v tuto chvíli je hráč v pozici připojeného hráče – ne zakladatele hry. Proto nemá možnost ovlivňovat



Obrázek 3.4: Vytvoření hry s přáteli



Obrázek 3.5: Pozvání přátel do hry



Obrázek 3.6: Připojení ke hře

nastavení hry, ale má pouze možnost sledovat průběh připojování ostatních hráčů.

### Matchmaking – hledání vhodné hry

Obrazovka (obr. 3.8) zobrazující průběh hledání vhodné hry. V ideálním případě by měla zobrazovat počet aktuálně nalezených hráčů se stejně požadovanými parametry hry a případně i odhadující čas do nalezení hry. Po nalezení vhodných hráčů se všichni automaticky připojí do nově založené hry.

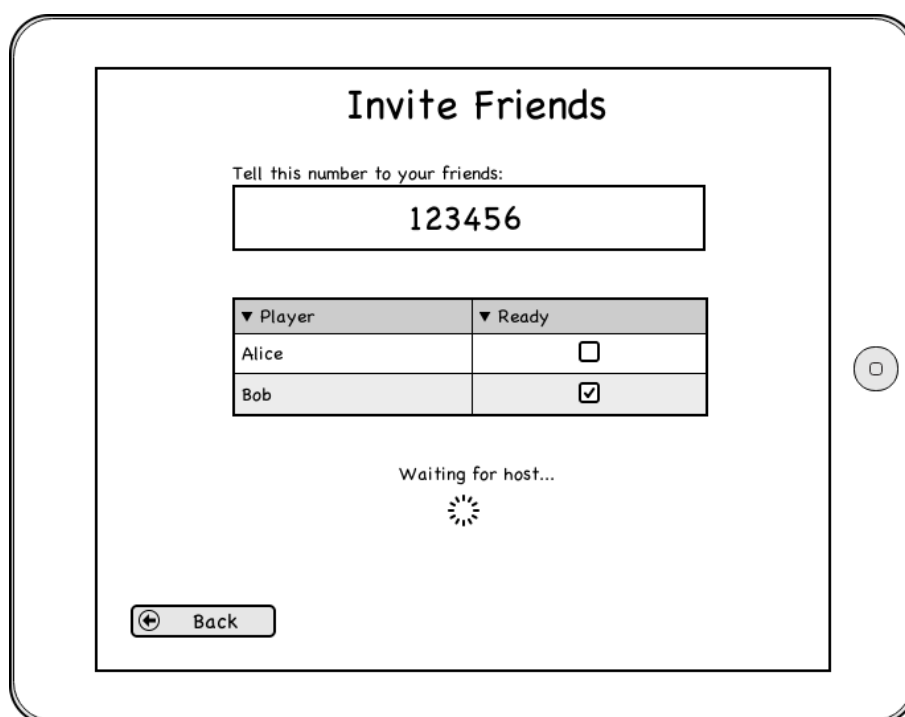
### Nastavení

Obrazovka (obr. 3.9) s nastavením v tuto chvíli obsahuje jen dva nastavující prvky – zvuk a hudba. V budoucnu se jistě tato nabídka rozšíří.

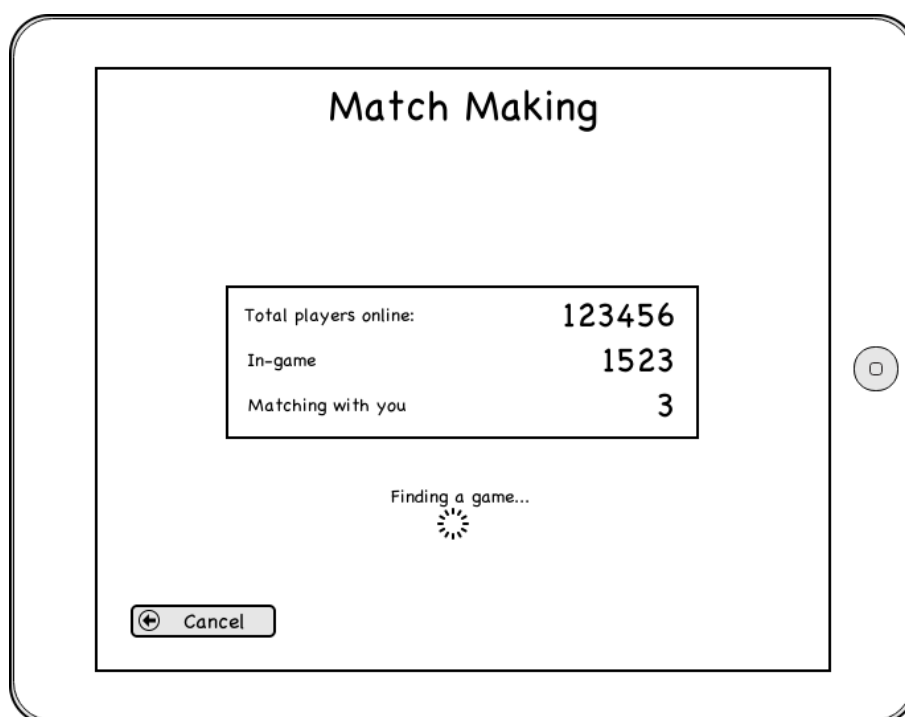
### In-game

Na této obrazovce je znázorněné (obr. 3.10) rozložení prvků HUD. Důležitým prvkem je tlačítko v pravém horním rohu, které vyvolává menu na dotykových zařízeních. Toto tlačítko bude v desktopové verzi chybět, stejně jako viditelné on-screen joysticky.

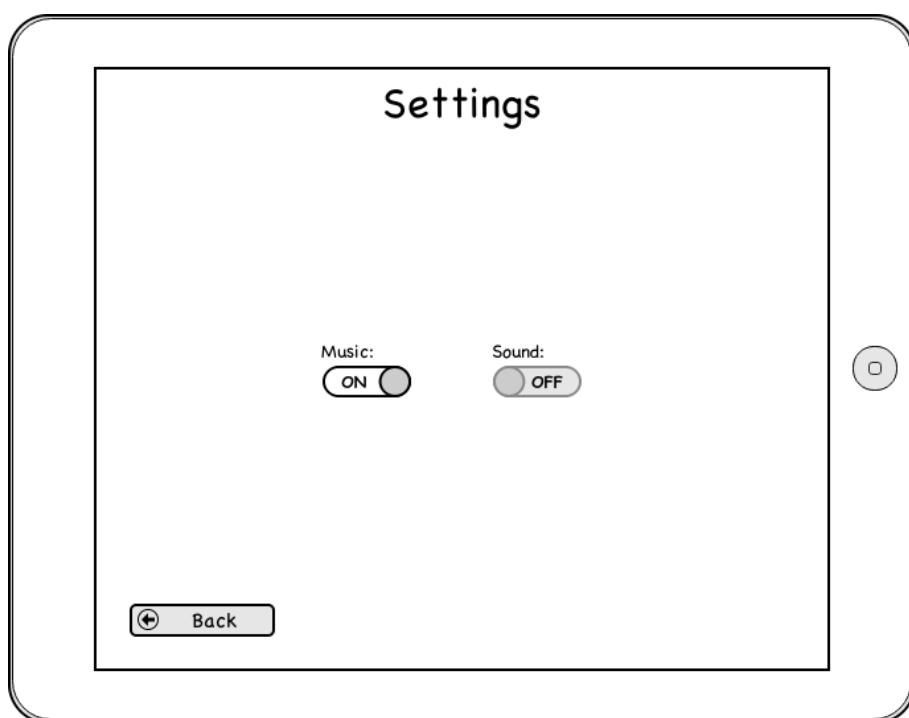




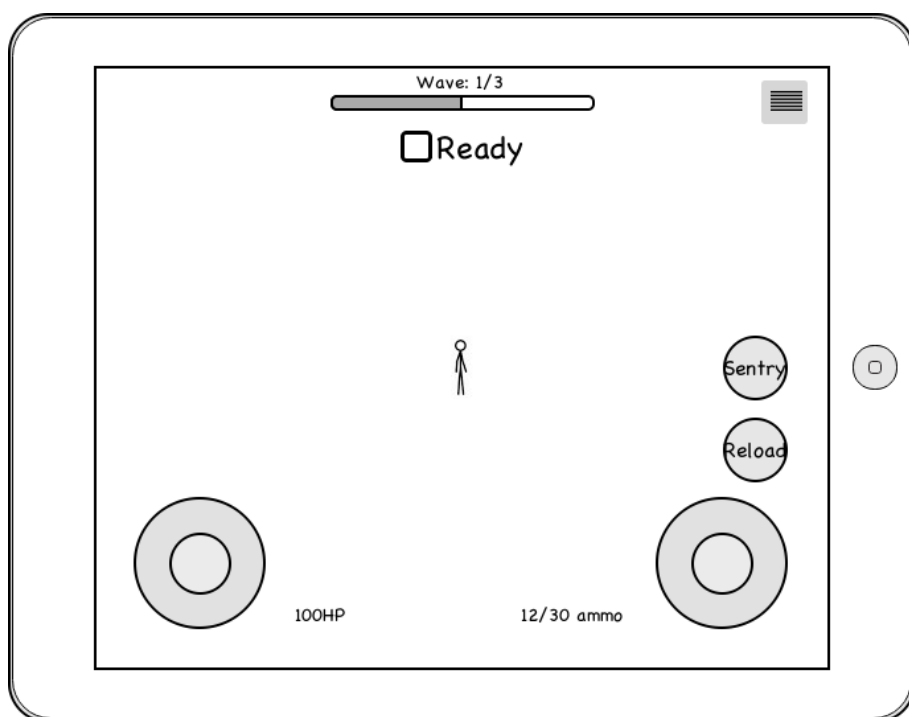
Obrázek 3.7: Čekání na připojení dalších hráčů



Obrázek 3.8: Matchmaking – hledání vhodné hry



Obrázek 3.9: Nastavení

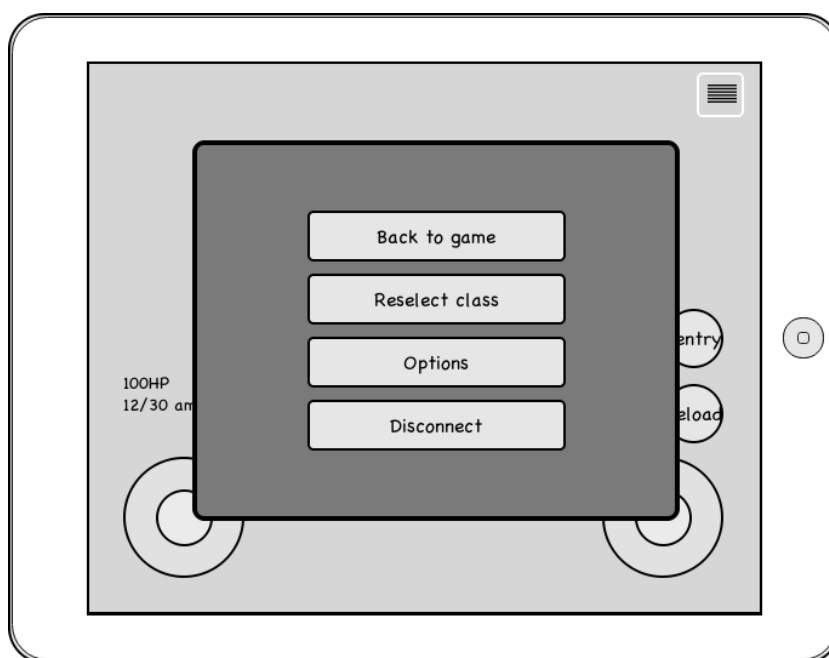


Obrázek 3.10: In-game

**In-game nabídka**

Jedná se o obrazovku s vyvolaným menu v rámci spuštěné hry (obr. 3.11).

Back to game	Zavře tuto nabídku.
Reselect class	Opakovaně vyvolá nabídku na výběr herní třídy – obrazovka <a href="#">Výběr třídy hráče</a>
Settings	Otevře in-game nastavení. Bude se lišit od <a href="#">Nastavení</a>
Disconnect	Odpojí hráče z aktuální hry.



Obrázek 3.11: In-game nabídka

**Oznámení o vítězství**

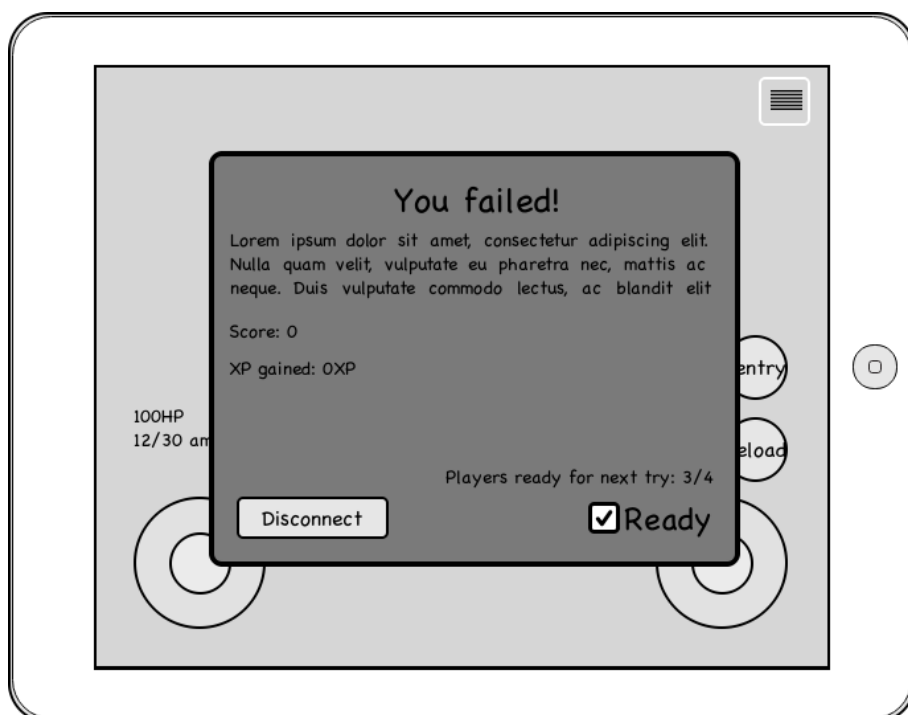
Jednoduchá obrazovka (obr. 3.12) zobrazující dialog po úspěšném dohrání aktuální hry. Obsahuje volbu Disconnect pro rychlou možnost odpojení se ze hry a checkbox Ready. Ten slouží k rychlému spuštění další hry ve stejném složení týmu – pokud všichni hráči souhlasí.

**Oznámení o prohře**

Obrazovka (obr. 3.13) zobrazující dialog po neúspěšném dohrání aktuální hry. Obsahuje stejné volby jako obrazovka [Oznámení o vítězství](#), ale s tím rozdílem, že pokud jsou všichni hráči připraveni, je hra restartována a tým tak získává další pokus na výhru.



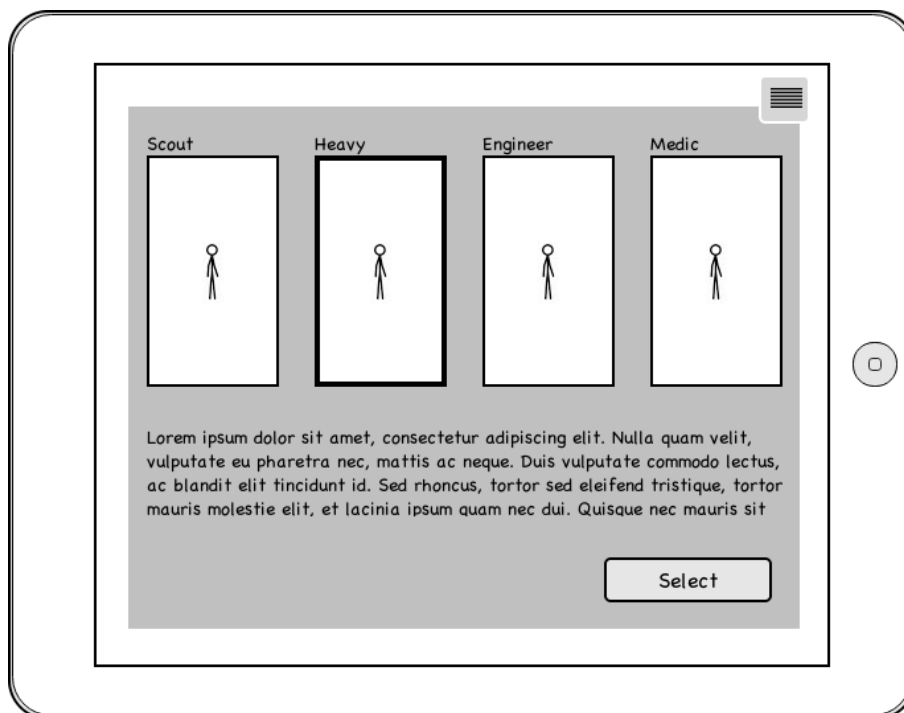
Obrázek 3.12: Oznámení o výhře



Obrázek 3.13: Oznámení o prohře

### Výběr třídy hráče

Tato obrazovka (obr. 3.14) ukazuje situaci s otevřeným dialogem pro výběr herní třídy. Tento dialog se otevře vždy po připojení do hry, nebo ho lze vyvolat v nabídce hry (obrazovka [In-game nabídka](#)).



Obrázek 3.14: Výběr třídy hráče

### 3.3 Testování uživatelského rozhraní

Testování má za cíl ověřit, zda je navržené uživatelské rozhraní přívětivé[26]. V našem kontextu, zda si uživatelé budou umět poradit s běžnými úkoly při obsluze hry.

#### 3.3.1 Cílová skupina

Do cílové skupiny patří všichni, kteří hrají elektronické hry. Může se jednat jak o občasné, tak i o časté hráče.

#### 3.3.2 Screener

Hrajete elektronické hry?

*ano / ne*

Kde hrajete hry nejčastěji?

*mobil / tablet / pc / konzole / jinde (uvedte kde)*

Jak často hrajete hry?

*každý den / 5–6x týdně / 3–5x týdně / 1–2x týdně / občas (uvedte jak často)*

#### 3.3.3 Výběr participantů

V ideálním případě by bylo vhodné testovat občasné hráče i časté hráče všech typů platform. Platformou je myšlen způsob ovládání her – jednalo by se tedy o hráče nejčastěji hrající na telefonech, tabletech (dotykové ovládání), hrající na klasických počítačích (ovládání klávesnicí a myší) nebo nejčastěji hrající na konzolách (ovládání pomocí pákového ovladače).

#### 3.3.4 Testovací scénáře

##### Úkol 1

Spustil jste poprvé hru. Chcete si ji co nejrychleji vyzkoušet. Jak byste postupoval? Výchozí obrazovka úkolu je [Přihlašovací obrazovka](#).

##### Úkol 2

Představte si, že jste s přáteli a chcete si zahrát hru. Kamarádi vás poprosili, ať hru založíte, aby se k vám mohli připojit. Výchozí obrazovka úkolu je [Hlavní menu](#).

##### Úkol 3

Představte si, že jste s přáteli a chcete si zahrát hru. Kamarád vám právě sdělil „číslo hry“, ke které se máte připojit. Výchozí obrazovka úkolu je [Hlavní menu](#).

##### Úkol 4

Vy a kamarád si chcete zahrát společně hru, ale jste jen dva a přitom si chcete zahrát v plném počtu. Připojte se společně do hry a spojte se s dalšími, kteří nemají úplný tým. Výchozí obrazovka úkolu je [Hlavní menu](#).

##### Úkol 5

Představte si, že jedete tramvají a máte 10 minut na to si zahrát hru. Vaše oblíbená mapa

je „jméno mapy“ a chcete si zahrát hru na této mapě. Připojte se ke hře s touto mapou. Výchozí obrazovka úkolu je [Hlavní menu](#).

**Úkol 6**

Oblíbil jste si hudbu ve hře. Chcete si ji užívat naplno a nechcete být rušen zvuky hry. Vypněte pouze zvuky. Výchozí obrazovka úkolu je [Hlavní menu](#).

**Úkol 7**

Odpojte se z aktuální hry. Výchozí obrazovka úkolu je [In-game](#).

**3.3.5 Debriefing**

Jaký máte pocit z uživatelského rozhraní? Využijte stupnice 1 (výborný) – 5 (velmi špatný).

Přišel vám nějaký bod testu těžký?

**3.3.6 Průběh testování**

Testování proběhlo s uživateli na low-fidelity prototypu v klidné místnosti u stolu na klasickém počítači s klávesnicí a myší. Ve vedlejší místnosti čekali další testování. Všichni testování souhlasili s nahráváním obrazu i zvuku. K nahrávání obrazu a zvuku byl použit program Free Screen Recorder, který je k dispozici zdarma[11].

### 3.3.7 Výsledky testování uživatelského rozhraní

#### Participant 1

##### Screening

Hrajete elektronické hry?

*ano*

Kde hrajete hry nejčastěji?

*pc*

Jak často hrajete hry?

*5–6x týdně*

##### Výsledky testu

Úkol 1 (00:00)

OK.

Úkol 2 (00:17)

Po kliknutí na tlačítko Create game očekával, že je úkol splněn. Při zobrazení obrazovky 3.2 konstatoval, že neví co dělá tlačítko „Invite Strangers“ (01:13). Snažil se odškrtnout u hráče, který nebyl připraven, checkbox „ready“ (01:17).

Úkol 3 (01:55)

OK.

Úkol 4 (02:20)

Nerozumí, co znamená „v plném počtu“ (02:30). Po dočtení celého zadání úkolu teprve ví, co má dělat (02:40). Popisuje, že přesně neví, jak splnit úkol, ale intuice ho vede, aby zmáčkl „Create Game“ (03:10). Postupuje správně – pozval nejdříve přítele a následně klikl na „Invite strangers“.

Úkol 5 (03:45)

Chybně volí variantu „Join game“ (04:06). Ihned se ale vrací a správně zkouší „Quick game“ – respondent to zdůvodňuje tím, že si myslel, že pod variantou „Quick Game“ chybí možnost výběru mapy dle vlastního přání (04:10).

Úkol 6 (04:30)

Jde do menu a je zmaten z přepínačů – nejsou prý jednoznačné. Jinak OK.

Úkol 7 (05:20)

OK.

##### Debriefing

Jaký máte pocit z uživatelského rozhraní? Využijte stupnice 1 (výborný) – 5 (velmi špatný).

*2*

Přišel vám nějaký bod testu těžký?

*4*

##### Shrnutí

První participant všechny úkoly vypracoval bez větších problémů. Největší zaváhání se uskutečnilo při provádění úkolu 5, kde se ale sám zorientoval a nakonec úkol vykonal také správně.



**Participant 2** **Screener**

Hrajete elektronické hry?

*ano*

Kde hrajete hry nejčastěji?

*mobil*

Jak často hrajete hry?

*3–5x týdně*

**Výsledky testu**

**Úkol 1** (00:00)

OK.

**Úkol 2** (00:30)

Sám se vrací na nastavení mapy a obtížnosti, protože si je poprvé nevybral (01:20). Po vybrání mapy a obtížnosti hovoří o tom, že by stiskl „Play“, ale nakonec vyzkouší kliknout na „Invite Strangers“ (01:25).

**Úkol 3** (01:50)

OK.

**Úkol 4** (02:20)

Od začátku úkolu již hovoří, jak to udělat – protože si při plnění Úkolu 2 všiml tlačítka „Invite Strangers“. OK.

**Úkol 5** (03:05)

Myši najíždí na tlačítko „Join game“ (03:20). Pak se ale zastaví a klikne do „Settings“ – prý očekává, že si tam nastaví svoji „oblíbenou“ mapu – zmátl ho pojem ze zadání úkolu. Ihned se ale vrací a zkouší chybně „Join Game“ (03:30). Pak teprve respondent kliká na „Quick Game“ (04:10).

**Úkol 6** (04:00)

OK.

**Úkol 7** (04:40)

OK.

**Debriefing**

Jaký máte pocit z uživatelského rozhraní? Využijte stupnice 1 (výborný) – 5 (velmi špatný).

*2*

Přišel vám nějaký bod testu těžký?

*ne*

**Shrnutí**

Druhý participant splnil všechny testy také uspokojivě. V druhém úkolu se nechal zlákat tlačítkem „Invite Strangers“, ale to jen ze zvědavosti – nejspíše mu to ale poradilo v řešení úkolu 4. Úkol 5 splnil s drobným zaváháním také samostatně.

### Participant 3

#### Screening

Hrajete elektronické hry?

*ano*

Kde hrajete hry nejčastěji?

*pc*

Jak často hrajete hry?

*občas – 1x za 14 dní*

#### Výsledky testu

##### Úkol 1 (00:00)

Není jí jasné, že je na prvním screenu hry – že je hra v tomto režimu ihned po spuštění (00:15) – respondentovi bylo nutno ujasnit, že v tomto stavu je hra po spuštění. Nejdříve spouští registraci (00:20), po upozornění, že nám jde opravdu o rychlost, si vybírá „Login as a guest“. Tlačítka „Login as a guest“ si prý všimla hned na začátku, ale je zvyklá se do všech služeb registrovat (00:50).

##### Úkol 2 (01:05)

Zmatena ohledně „Invite Friends“ obrazovky (02:30), podle vlastních slov by sdělila přátelům vygenerované číslo a čekala by, až se připojí. Pak by stiskla tlačítko „Play“.

##### Úkol 3 (03:05)

OK.

##### Úkol 4 (03:50)

Od začátku úkolu již hovoří, jak to udělat – protože si v Úkolu 2 všimla tlačítka „Invite Strangers“. OK.

##### Úkol 5 (05:20)

Není si jistá, zda po kliknutí na „Quick Game“ bude mít možnost si vybrat mapu dle vlastního výběru. I přesto správně volí „Quick Game“.

##### Úkol 6 (06:20)

OK.

##### Úkol 7 (06:45)

OK.

#### Debriefing

Jaký máte pocit z uživatelského rozhraní? Využijte stupnice 1 (výborný) – 5 (velmi špatný).

*1*

Přišel vám nějaký bod testu těžký?

*4 a 5*

#### Shrnutí

Třetí participantka byla poprvé na uživatelském testování. Všechny úkoly však zvládla bez potíží.

**Participant 4****Screener**

Hrajete elektronické hry?

*ano*

Kde hrajete hry nejčastěji?

*mobil*

Jak často hrajete hry?

*občas – 1x měsíčně*

**Výsledky testu**

**Úkol 1** (00:00)

OK.

**Úkol 2** (00:20)

Podivuje se nad tlačítkem „Invite Strangers“, neví k čemu je určeno (01:10). Jinak OK.

**Úkol 3** (01:20)

OK. Podivuje se, proč při čekání na ostatní hráče vidí „Tell this number to your friends.“, když hru nezakládal (01:45).

**Úkol 4** (01:55)

Chybně volí variantu „Join Game“ (02:15), chtěl by vložit číslo, pak si uvědomuje, že ho nezná. Dále chybně volí „Quick Game“ a dokonce se začne připojovat do hry sám (02:40). Poté opět volí „Join Game“. Podle jeho slov to „Create Game“ určitě nebude (02:45). Teprve až po radě, že nejdříve musí založit hru, úkol splňuje (sám volí „Invite Strangers“).

**Úkol 5** (05:05)

Chybně volí variantu „Join Game“. Pak se sám vrací a dává „Create Game“. V situaci, kdy mu aplikace nabízí jen možnost „Invite friends“ vyhodnocuje (05:35), že úkol vyřeší jinak – vrací se do menu a volí „Quick Game“.

**Úkol 6** (05:55)

OK.

**Úkol 7** (06:15)

OK.

**Debriefing**

Jaký máte pocit z uživatelského rozhraní? Využijte stupnice 1 (výborný) – 5 (velmi špatný).

*3*

Přišel vám nějaký bod testu těžký?

*4*

**Shrnutí**

Poslední, čtvrtý participant se potýkal s většími potížemi u úkolu 4 a bez rady by úkol pravděpodobně nesplnil. Zbylé úkoly splnil bez větších zaváhání, bez problémů a samostatně.

### 3.3.7.1 Popis barevného odlišení

OK – uživatel zvládl úkol bez problémů

Chyba – uživatel se dopustil chyby

Upozorňuje na uživateli zvláštní akce či odchylky od scénáře.

### 3.3.8 Analýza výsledků testování

Testování přineslo spousty zajímavých poznatků. Nejčastěji měli respondenti problémy s úkolem 4 a sami si to uvědomovali - uvedli to do dotazníku po testu. Na testovaných lze pozorovat, jaké mají zkušenosti s hraním her, což koresponduje s frekvencí hraní, kterou uvedli do screeneru. V této části jsou popsány pozorované problémy z testu společně s navrženým řešením, které by je mělo eliminovat.

#### „Quick Game“, „Create Game“ a „Join Game“

Všechny tři funkce řeší nějakým způsobem připojení do hry. Zdá se, že uživatelé se obecně bojí využít tlačítka „Quick Game“, aby nebyli ihned připojeni do nějaké hry. Dalším pozorovaným problémem je snížená schopnost některých respondentů splnit úkol 4.

**Navrhované řešení:** Vložit „Quick Game“ a „Join Game“ jako položku nově založeného podmenu „Join Game“. Původní „Join Game“ pojmenovat podle aktuální funkce v této hře – připojení se do hry, kterou založil přítel – například „Join to friend’s game“. „Quick Game“ není nutné přejmenovávat – vložením do podmenu „Join Game“ se ujasní, že se jedná o připojení ke hře. V každém případě by bylo vhodné všechny akce krátce popsat, co dělají – na PC například po najetí myši, na dotykových zařízeních například bublinou při prvním spuštění.

#### Tlačítko „Invite Strangers“

Tlačítko s popiskou „Invite Strangers“ vyvolává nepochopení. Respondenti často zmiňovali překvapení nad tímto tlačítkem a nevěděli, co dělá.

**Navrhované řešení:** Tlačítko přejmenovat tak, aby blíže popisovalo jeho skutečnou funkci. Například „Invite more players – strangers“. Opět by bylo vhodné jeho akci popsat popiskou – například „Not enough friends to play?“.

#### Označení o připravenosti hráče v tabulce je matoucí

Označení o připravenosti hráče může uživatele svým vzhledem uživatelé mást a nabádat ke kliknutí.

**Navrhované řešení:** Označení o připravenosti hráče by neměla připomínat tlačítka nebo checkboxy.

## Kapitola 4

# Výběr technologií

### 4.1 Rešerše multi-plaťfomních vývojářských technologií

V této sekci jsou uvedeny a krátce popsány jen některé z velkého množství multi-platformních enginů a frameworků, které zaujaly autora práce. Uvedené výhody a nevýhody jsou názorem autora práce.

#### 4.1.1 Adobe Flash Platform

Adobe AIR (Adobe Integrated Runtime) patřící do rodiny Adobe Flash Platform umožňuje pomocí jednoho kódu vytvořit nativní aplikace pro všechny majoritní platformy – iOS, Android, Windows, MacOS, Linux a Blackberry OS[1].



Obrázek 4.1: Adobe Flash Platform

#### Výhody

- Práce s 2D grafikou, práce s křivkami (DisplayList API, graphics API),
- ActionScript3 – komunita, spousty knihoven,
- NativeExtensions – možnost využívat nativních knihoven úzce spjatých s konkrétní platformou.

#### Nevýhody

- Pomalejší VM nedovoluje provádět náročné operace.

### 4.1.2 Unity3D

Unity3D je multiplatformní game engine, který je znám obrovskou škálou předpřipravených skriptů. S pomocí Unity3D lze v tuto chvíli mířit na 10 různých platforem – iOS, Android, Windows, MacOS, Linux, Playstation3, Xbox360 a WiiU. Novinkou poslední verze je možnost publikovat hry z Unity3D přímo pro Flash Player – do prohlížeče – bez potřeb Unity 3D pluginu[31].



Obrázek 4.2: Unity3D

Unity3D je velmi oblíbený a často používaný nástroj pro vývoj her. O jeho oblíbenosti svědčí mnoho her, které se umísťují vysoko v žebříčcích stahovanosti a oblíbenosti na mobilních platformách – jedná se například o hry jako jsou Dead Trigger nebo Bad Piggies [32].

#### Výhody

- Moderní engine, plný novinek z hlediska renderingu,
- do enginu zabudované PathFinding algoritmy (NavMesh apod.),
- rychlost renderingu,
- velký počet podporovaných platforem.

#### Nevýhody

- 2D se emuluje přes 3D,
- skriptování – všechno se chová jako herní objekt,
- vysoká cena.

### 4.1.3 CocoonJS

Javascriptová platforma a framework založený na HTML5 a JavaScriptu. V tuto chvíli je možné hry a aplikace vytvořené v CocoonJS publikovat na iOS a Android. Výstup je samozřejmě spustitelný v prohlížečích s podporou HTML5[10].



Obrázek 4.3: CocoonJS

#### Výhody

- Velká komunita JavaScriptu – mnoho knihoven.

#### Nevýhody

- JavaScript – nejedná se o plnohodnotný objektově orientovaný jazyk,
- výkon VM,
- rychlost vykreslování – vhodné pro jednodušší hry.

### 4.1.4 Verdikt

Z výše zmíněných platforem jsem se rozhodl využít Adobe Flash Platform v kombinaci s Adobe AIR a to z těchto důvodů:

- Náplní práce je tvorba čistě 2D hry – jako ideální se mi jeví využít 2D framework Starling,
- kvalitní nástroje od Adobe,
- velká komunita jak pro vývoj v nativním Flashi, tak pro Starling,
- s Flashem a AIRem má autor několikaleté zkušenosti.

## 4.2 Rešerše multiplayerových knihoven a služeb

Pro potřeby hry je zapotřebí multiplayerové knihovny nebo nějaké služby, která se postará o základní komunikaci a navázání spojení. V této části jsou uvedeny opět pouze takové, které zaujaly autora a zároveň byly vhodné pro použití s vybranou multiplatformní technologií.

### 4.2.1 PlayerIO

PlayerIO je komplexní platforma usnadňující vývoj a správu multiplayer aplikací a her. Vývoj se rozděluje na klientskou stranu – je k dispozici velmi rozsáhlé SDK pro AS3, C# a pro Unity3D – a na serverovou stranu – vývoj pouze v C#, obsahuje před-připravené třídy a metody. Vývojář zkompile serverový kód do knihovny (\*.dll) a přes webové rozhraní tu pak nahraje do cloudového prostředí PlayerIO. K dispozici je také lokální server pro testování a vývoj[27]. Komunikace je založena na TCP protokolu (data se potvrzují)[23].



Obrázek 4.4: PlayerIO

#### Výhody

- Není potřeba vlastních serverů,
- stačí pouze naprogramovat kód herní logiky,
- do určitého počtu spojení a přenesených dat zdarma,
- jednoduchý systém přípravy server-side kódu (C#),
- rozsáhlá dokumentace a podpora,
- jednoduchá škálovatelnost.

#### Nevýhody

- Není open-source, uzavřený systém,
- při úspěchu aplikace nejasné cenové podmínky.

### 4.2.2 AS3 Multiuser Library

Jedná se o AS3 knihovnu pro jednoduché využití P2P v Adobe Flash/AIR. Knihovna se stará jak o prvotní propojování hráčů mezi sebou, tak samozřejmě o samotnou datovou komunikaci mezi hráči[2]. Je založena na UDP protokolu (data se nepotvrzují)[25].





Obrázek 4.5: AS3 Multiuser Library

### Výhody

- Opensource knihovna,
- není potřeba serverové strany (P2P),
- jednodušší vývoj.

### Nevýhody

- Nestabilita,
- nemusí existovat spojení (jeden účastník musí být vždy aktivní),
- P2P je často blokováno a omezováno poskytovateli internetu.

### 4.2.3 SmartFox server

SmartFox server je velmi rozsáhlá platforma, řešící mnoho problémů, které jsou spojovány s vývojem multiplayerových her. Vývoj se opět dělí na klientskou stranu a serverovou stranu. Pro klientskou stranu jsou k dispozici SDK pro AS3, JavaScript, C#, Java, Objective C a C++. Serverová strana má k dispozici pouze vývojové prostředí v Javě. Na rozdíl od PlayerIO si může uživatel vybrat, zda bude server provozovat v cloudovém prostředí, nebo si ho bude provozovat na vlastním hardware[7].



Obrázek 4.6: SmartFox server

### Výhody

- Opět není nutné vlastních serverů,
- stačí pouze naprogramovat kód herní logiky,
- jednoduchý systém přípravy server-side kódu (Java),

- rozsáhlá dokumentace a podpora,
- jednoduchá škálovatelnost.

#### **Nevýhody**

- Není open-source, jedná se o uzavřený systém,
- při úspěchu aplikace nejasné cenové podmínky.

#### **4.2.4 Verdikt**

Autor práce se rozhodl pro využití služeb PlayerIO z těchto důvodů:

- Jedná se o velmi robustní zajímavé řešení,
- vývojové prostředí je Visual Studio,
- jednoduchá škálovatelnost,
- přehledné webové rozhraní.

# Realizace

Serverová část je realizována v C#, ve které autor práce nikdy neprogramoval, takže s vývojovými prostředími a specifiky jazyka neměl žádné zkušenosti.

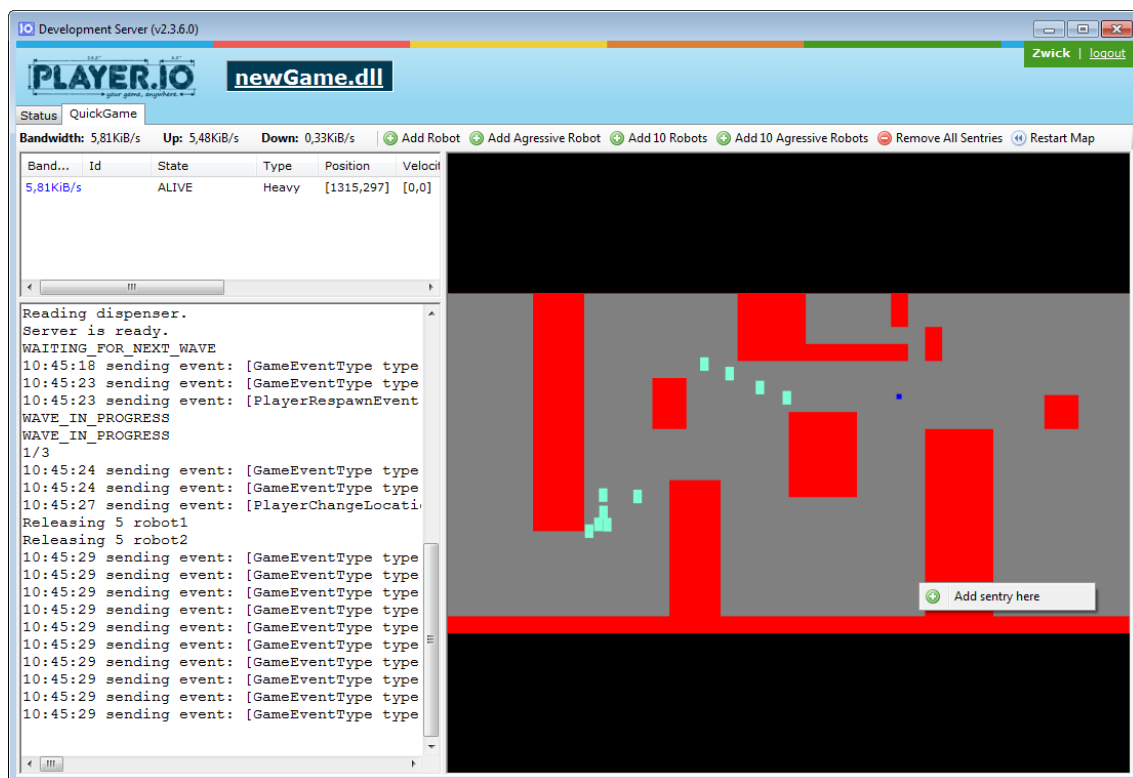
## Visual Studio

[illegible]

37

## PlayerIO Development Server

Jedná se o nástroj, sloužící k zpříjemnění testování a debugování serveru. Obsahuje konzoli, do které je možné vypisovat za běhu serveru a seznam připojených hráčů s jejich informacemi. Důležitou částí je náhledové okno na situaci – v development serveru je k dispozici bitmapa, do které je možné vykreslovat aktuální stav hry – v našem případě jsou do bitmapy vykresleny zdi (červeně), roboti (světle modře) a hráči (tmavě modře). Další možností prostředí development serveru je do něj možnost přidat tlačítka, volající jakoukoliv uživatelem naimplementovanou funkci – na obrázku jsou vidět tlačítka „Add robot“, „Add 10 robots“ a další. Dále vývojářské prostředí umožňuje vyvolání další funkce kliknutím na debug bitmapu, po kterém se objeví kontextová nabídka navolených funkcí, kterým jsou automaticky předány dva parametry – pozice myši na bitmapě x a y – na obrázku je vidět tlačítko „Add sentry here“, které na danou pozici vytvoří sentry.



Obrázek 5.2: Prostředí PlayerIO Development Server

### 5.1.2 PlayerIO

PlayerIO se stará o zakládání herních místností, připojení hráčů a posílání zpráv mezi serverem a klienty. Základem jsou dvě třídy – Game a BasePlayer. Podobně jako například u Google App Engine [6], je i zde z bezpečnostních důvodů whitelist systémových tříd, které



Obrázek 5.3: Server (Player IO) – Klienti (Adobe AIR a Adobe Flash)

se dají využívat. Dalším omezením je například nemožnost používání statických proměnných [29].

## Game

Hlavní třída místnosti. Obhospodařuje připojení a odpojení hráčů. Kromě obslužných funkcí může mít vlastní časovače pro běh samostatného serverového kódu. Žádná obsluha jak předpřipravených akcí, tak i vlastních akcí z časovačů, nesmí překročit limit běhu 100 ms.

Příklad jednoduchého obslužení připojení hráče – všem pošle informaci o jeho odpojení:

```
1 public override void UserLeft(Player player)
2 {
3     Broadcast("UserLeft", player.Id);
4 }
```

### 5.1.3 Zprávy

O základ se stará PlayerIO. Pro výměnu důležitých informací herní logiky se využívá zpráv (PlayerIO.GameLibrary.Message). Ve hře se v tuto chvíli zpracovávají tyto zprávy:

#### Směr Klient–Server

##### Zpráva „Input“

Zpráva obsahující aktuální polohu, namíření a rychlost pohybu hráče. Hráčem je posílána jednou za 100 ms (10 input snapshotů za vteřinu).

##### Zpráva „Fire“

Informace o zapnuté střelbě. Pokud hráč začne střílet, obsahuje parametr TRUE, pokud přestane, obsahuje parametrem FALSE. Zpráva je klientem posílána ihned po události klávesnice, tlačítka myši nebo virtuálního joysticku. Tím se docílí snížení latence při střelbě.

##### Zpráva „Upgrade“

Informace o nákupu vylepšení v obchodě.

##### Zpráva „Ready“

Hráč zasílá informaci, že je připraven hrát.

##### Zpráva „Action“

Obdoba zprávy „Fire“. Obsahuje navíc informaci, jaká akce je aktivována či deaktivována.

##### Zpráva „Ping“

Zpráva pro změření latence klient–server. Server na ni ihned odpovídá zpět.

#### Směr Server–Klient

##### Zpráva „Init“

Zpráva zaslaná klientovi po úspěšném připojení do hry. Zasílá hráči informaci o tom, jaké ID mu bylo přiděleno.

**Zpráva „ServerInitialInfo“**

Zpráva zaslaná klientovi, pokud není prvním připojeným hráčem. Obsahuje informace o hráčích, které se později již neposílají, protože se nemění.

**Zpráva „UserLeft“**

Jednoduchá zpráva obsahující ID hráče, který opustil hru.

**Zpráva „Snapshot“**

Rozsáhlá zpráva obsahující informace o změně pohybu, střelby, života atd. o všech hráčích, robotech a sentry. Dále zpráva obsahuje seznam herních událostí. Veškeré v této zprávě uvedené údaje jsou změnou od poslední zaslané „Snapshot“ message. Tato zpráva je posílána serverem jednou za 50 ms (20 snapshotů za vteřinu).

**Herní události**

Herní událost je nějaká situace, která na serveru vznikla a je ji potřeba delegovat dále ke všem hráčům (klientům).

**Událost „PLAYED\_DIED“**

Vyvolána po smrti některého z hráčů.

**Událost „PLAYER\_RESPAWNED“**

Událost po objevení / znovuoobjevení hráče.

**Událost „PLAYER\_READY“**

Událost pokud hráč změnil svůj stav na „připraven“.

**Událost „PLAYER\_CHANGE\_CLASS“**

Událost změny hráčovy třídy.

**Událost „PLAYER\_CHANGE\_LOCATION“**

Vyvolána při změně lokace hráče – informace zda je ve spawn zone, buyzone apod.

**Událost „SENTRY\_ADDED“**

Vyvolána po vytvoření sentry.

**Událost „SENTRY\_DIED“**

Vyvolána po zničení sentry.

**Událost „ROBOT\_DIED“**

Vyvolána po smrti robota.

**Událost „ROBOT\_SPAWNED“**

Událost objevení robota. Obsahuje informace o typu robota.

**Událost „MAP\_RESTARTED“**

Vyvolána po restartování mapy.

**Událost „MONEY\_CREATED“**

Vyvolána po vytvoření peněz. U klienta se díky ní objeví peníze.

**Událost „MONEY\_PICKUP“**

Událost sebrání peněz. Peníze tak zmizí.

**Událost „MONEY\_DISSAPPEARED“**

Událost samovolného vytracení peněz po určitém čase.

**Událost „WAVE\_STARTED“**

Vyvolána po začátku vlny.

**Událost „WAVE\_ENDED“**

Vyvolána po konci vlny.

**Událost „GAME\_OVER“**

Událost po neúspěšném ukončení hry (roboti dosáhli svého cíle).

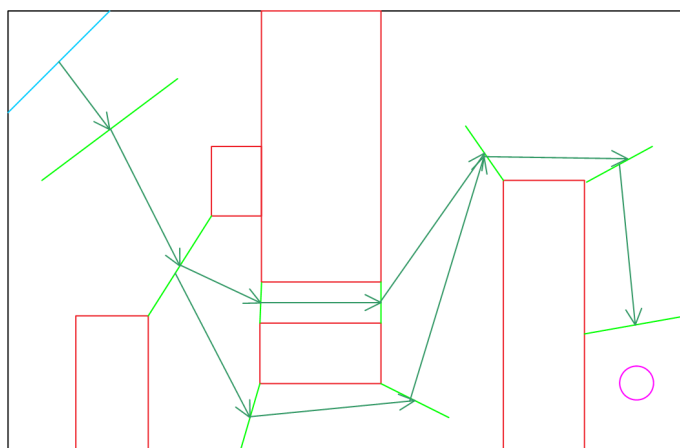
**Událost „VICTORY“**

Událost vítězství. Vyvolána po zabití posledního robota.

### 5.1.4 Vybrané problémy

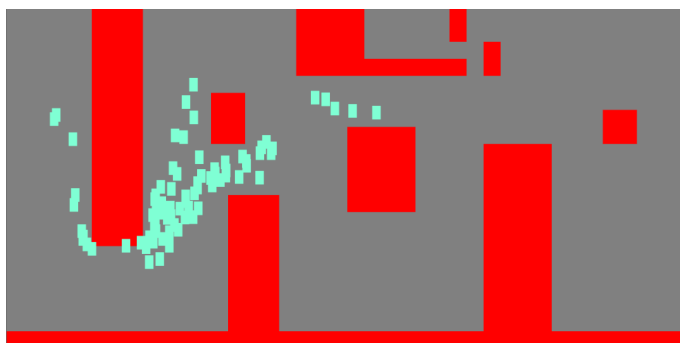
#### Umělá inteligence – pohyb robotů

Pro rozpohybování robotů jsem se inspiroval klasickým waypoint navigation systémem, který je například využíván v engine Half-Life pro pohyb nepřátel[12]. Rozdíl je ten, že v našem případě je místo bodu použita úsečka. Na tuto úsečku se roboti ve větším počtu rovnoměrně rozprostírají. Obrázek 5.4 zobrazuje jednoduchou mapu. Navigační linky jsou zobrazeny světle zeleně, jejich vzájemné propojení tmavě zeleně. Červené obdélníky značí překážky. Růžový kruh pak značí cíl robotů.



Obrázek 5.4: Náčrtek waylines na jednoduché mapě.

Roboti se objeví na první lince a jako jejich cíl je nastaven bod z následující linky s tím, že je tento bod závislý na vnitřním čítači robotů, kteří k této lince směřují. Tím se elegantním způsobem vytvoří reálně vypadající pohyb větší skupiny robotů – roboti nejdou v řadě, ale jsou rozprostřeni v prostoru. Obrázek 5.5 prezentuje více jak 40 procházejících robotů (roboti jsou vykresleni světle modře, překážky červeně).



Obrázek 5.5: Snímek ze serveru prezentující reálně vypadající rozprostření robotů v prostoru díky navigačním linkám.



## Shared code

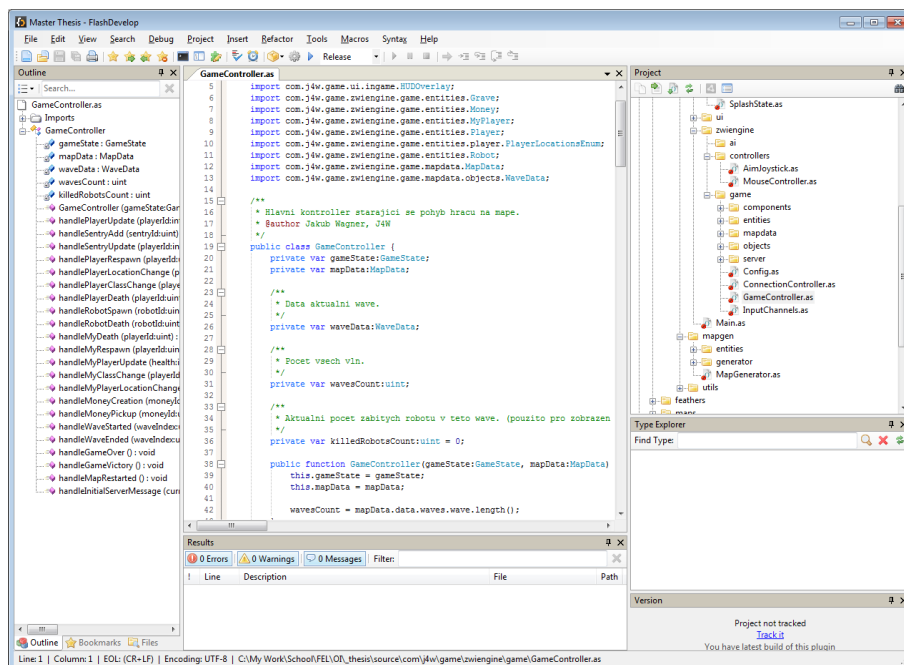
Pojmem Shared Code je označován kód, který je stejný na serveru i na klientovi [4]. V našem případě nastal problém s jazykovou bariérou mezi klientem (ActionScript 3) a serverem (C#), ale i přesto byly pro potřeby serveru přepsány části kódu z engineu [Citrus Engine \(5.2.2\)](#), který běží na klientovi. Konkrétně se jedná o třídu SimpleCitrusSolver, řešící základní kolize 2D světa. Kolize jsou tedy počítány jak na serveru, tak i na straně klienta.

## 5.2 Klientská část

### 5.2.1 Vývojová prostředí

#### Flash Develop

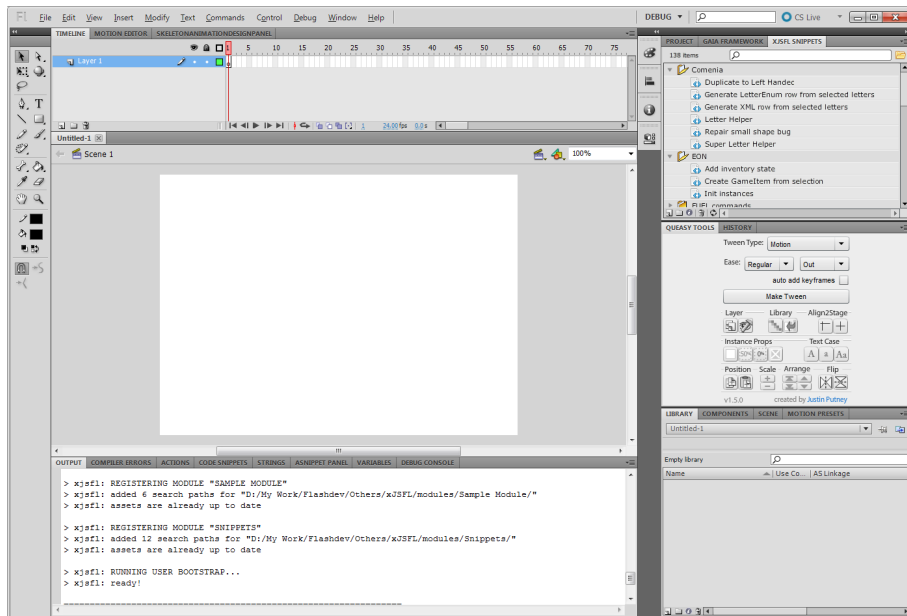
Jedná se o opensource vývojové prostředí, které je dostupné zdarma. Slouží k vývoji pro platformu Flash. Toto prostředí se může využívat samostatně nebo v kombinaci s placeným nástrojem Flash Professional od společnosti Adobe. Mezi jeho výhody patří velmi robustní systém automatického doplňování a vytváření kódu[5]. Autor práce toto prostředí používá již čtvrtým rokem i přesto, že vlastní licenci k konkurenčnímu programu Flash Builder, který je oficiálním vývojovým prostředím od společnosti Adobe.



Obrázek 5.6: Screenshot z vývojového prostředí Flash Develop

## Adobe Flash Professional CS5.5

Jedná se o robustní proprietární komerční software od společnosti Adobe. Používá se k vývoji her, aplikací, bannerů, obsahu pro mobilní telefony a a pro spoustu dalších konzumentů multimediálního obsahu[16]. Program pracuje jak s vektorovou, tak i s rastrovou grafikou (umožňuje import z grafických programů Adobe Illustrator a Adobe Photoshop). Oblíbenou a často používanou funkcí je možnost automatizace některých činností pomocí vlastních skriptů JSFL (JavaScript Flash language).



Obrázek 5.7: Screenshot z vývojového prostředí Adobe Flash Professional CS5.5

### 5.2.2 Použité frameworky

#### Starling

Starling je open-source 2D frameworkem postaveném na low-level API hardwarově akcelerované vrstvy Stage3D. Jeho oblíbenost tkví v podobnosti jeho API s klasickým Flash DisplayList API, které je známé všem Flash vývojářům. Jeho výhodou je rychlost vykreslování oproti softwarově vykreslovanému klasickému DisplayList API.

Ukázka DisplayList API v Starling:

```
1 var parent:Sprite = new Sprite();
2 var child:Image = new Image(texture);
3 child.x = 25;
4 parent.addChild(child);
```

## Feathers

Jedná se o kolekci skinovatelných a rozšiřitelných komponent pro mobilní a desktopové aplikace. Je založen na frameworku Starling. Jedná se o open-source framework, který je k dispozici zdarma.

FeathersUI – ukázka vytvoření jednoduchého tlačítka:

```
1 var btnHello:Button = new Button();
2 btnHello.label = "Hello world!";
3 addChild(btnHello);
```

## Citrus Engine

Herní engine s možností vykreslování pomocí Starling. Nabízí jednoduché vytváření vlastních herních objektů s připravenými vlastnostmi a funkcemi v prostředí 2D, 2D platform her a nebo 3D her.

### 5.2.3 Vybrané problémy

#### Interpolace

Zprávy o pohybu hráčů a robotů jsou ze serveru přijímány jednou za 50 ms. Obnovovací frekvence obrazovky (herního světa) je ale 60FPS – proto je potřeba interpolovat <sup>1</sup> jejich pohyb. Informace o poloze tedy nejsou předávány objektu ve hře přímo, ale je z nich vypočten rozdíl mezi opravdovou polohou postavy na serveru a polohou postavy ve klientově hře. Pokud je tento rozdíl relativně malý, je částečně připočten do aktuální polohy s každým obnovovacím snímkem. Pokud je tento rozdíl větší než určitá mez, například z důvodu krátkého výpadku spojení, je přičten k aktuální poloze hráče ihned (hráč ale nepěkně poskočí – tzv. „laguje“).

Výňatek z update funkce hráče v klientovi:

```
1 // lagX a lagY obsahují rozdíl v poloze mezi serverem a klientem
2 if (Math.abs(lagX) > 30 || Math.abs(lagY) > 30) {
3     x += lagX;
4     y += lagY;
5     lagX = lagY = 0;
6 } else {
7     x += lagX / 15;
8     y += lagY / 15;
9 }
10
11 x += velocity.x;
12 y += velocity.y;
```

---

<sup>1</sup>Interpolace (lat. inter-polare, vylepšit vkládáním) v numerické matematice znamená nalezení přibližné hodnoty funkce v nějakém intervalu, je-li její hodnota známa jen v některých jiných bodech tohoto intervalu [19].

## Z-sorting

Objekty v herním světě musí být řazeny s každým snímkem, aby se docílilo iluze hloubky scény. V našem případě se viditelné objekty řadí podle osy *y*. Objekt A je položen níže na ose *y* než objekt B. Musí tedy být umístěn před objektem B, aby došlo k efektu hloubky. Jelikož se jedná o relativně náročnou, v každém snímku prováděnou operaci, je ji potřeba optimalizovat. Bohužel má nativní funkce `Vector::sort()` ve Flashi pro téměř seřazené pole vysokou složitost. Bylo by ideální tedy využít algoritmu, který je nejrychlejší při řazení téměř seřazených polí. V našem případě se v seřazeném poli s objekty vždy přehazují pozice dvou sousedících prvků (co si vyměnili *z*-index). Proto využito algoritmu Insert Sort [36].

Implementace Insert Sort nad herními objekty:

```

1  final private function insertionSort(data:Vector.<CitrusSprite>) {
2      for (var i:int = 1; i < data.length; i++) {
3          var value:CitrusSprite = data[i];
4          var j:int = i - 1;
5          while (j >= 0 && data[j].y > value.y) {
6              data[j + 1] = data[j];
7              j--;
8          }
9          data[j + 1] = value;
10     }
11     return data;
12 }
```

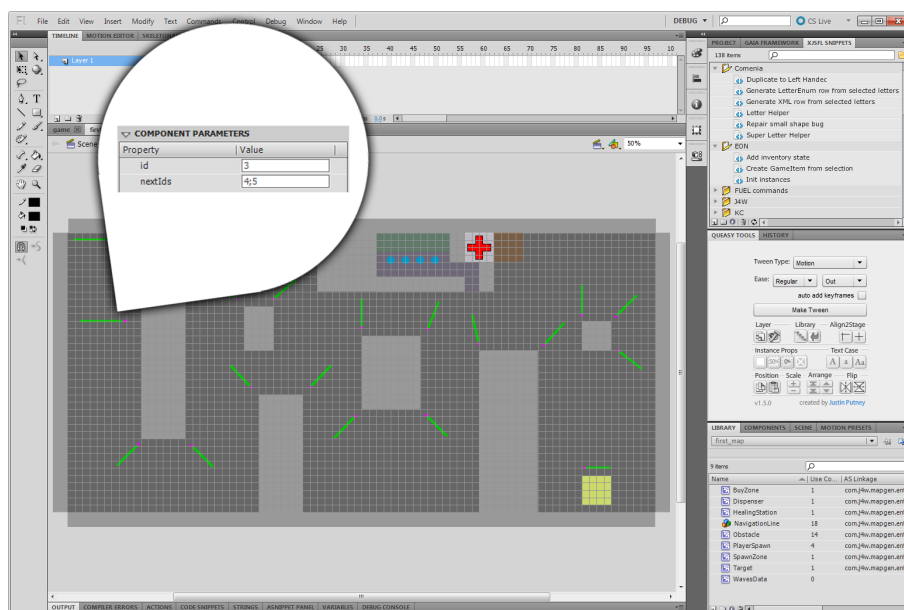
## Bitshifting

V každé zasílané zprávě na server nebo v každé přijaté zprávě ze serveru jsou uloženy informace jako různé datové typy serializované do jednoho bytového pole. Problém ale vzniká u `PlayerIO` v tu chvíli, kdy jsou posílané informace, které mají nižší rozsah hodnot než je nejmenší možný posílatelný datový typ, a tím je v `PlayerIO` 2 bytový datový typ `short`. V našem případě ale zasíláme hned několik informací, které mají rozsah hodnot mnohem nižší – např. poloha hráče, počet života a počet nábojů. Je tedy vhodné všechny tyto informace nějakým způsobem serializovat tak, aby byla jejich celková velikost co nejnižší. Do jedné proměnné typu `short` pak můžeme uložit například informaci o poloze *x*, a k tomu ještě nějaké bitové informace (např. informace o střelbě apod.), díky čemuž ušetříme celý byte (samostatně serializovaný typ `boolean`).

## 5.3 Společná část

### 5.3.1 Editor map

V rámci diplomové práce byl vytvořen základ editoru map. V tuto chvíli slouží pro umístění překážek, vytvoření navigačních linek pro roboty a umístění dalších prvků hry (spawn, nákupní zóna, cíl robotů atd.). Editor map je realizován jako projekt v Flash Professional – využívá jeho prostředí pro manipulaci s grafickými objekty a jeho možnosti rozšiřitelnosti pomocí skriptů JSFL a vlastních komponent. Výstupem editoru map je XML blíže popsáné v následující sekci.



Obrázek 5.8: Editor map. Ukázka vlastní komponenty – nastavení navigační linky robota.

### 5.3.2 Konfigurační XML soubory

Aby server a klient pracovali se stejnými daty, byly navrženy XML soubory, které jsou za běhu načítány a obsahují důležité informace. V tuto chvíli je připraveno XML s konfigurací herních postav a robotů a další XML pro uložení mapy.

#### Mapa

XML mapy obsahují veškeré dostupné informace o herní mapě – polohy překážek, polohy herních objektů, definice navigačních linek pro roboty a definice jednotlivých vln. XML soubor je kromě informací o vlnách plně generován z editoru map.

Ukázka popisu jedné vlny robotů v XML s mapou:

```

1 <wave id="0">
2   <release time="5000">
3     <robot id="robot1" count="5"/>
4     <robot id="robot2" count="5"/>
5   </release>
6   <release time="6000" waitForPredecessorsDeath="true">
7     <robot id="robot1" count="5"/>
8   </release>
9   <release time="7000" waitForPredecessorsDeath="true">
10    <robot id="robot2" count="5"/>
11  </release>
12  <release time="10000">
13    <robot id="robot1" count="5"/>
14  </release>
15 </wave>

```

## Config

Konfigurační XML v tuto chvíli slouží jen pro postavy a zbraně ve hře.

Ukázka z konfiguračního XML jednoho hráče – Scouta:

```

1 <avatar>
2   <id>scout</id>
3   <name>Scout</name>
4   <health>150</health>           //maximalni zivot
5   <speed>250</speed>             //rychlost hrace
6   <defenseMelee>5</defenseMelee> //obrana proti utoku na blizko
7   <defenseShot>5</defenseShot>  //obrana proti utoku na dalku
8   <weapon>shotgun</weapon>      //id zbrane
9   <respawnTime>2000</respawnTime> //respawn time v~ms
10  <actionRadius>100</actionRadius> //radius akce
11  <moneyRadius>100</moneyRadius>  //radius sberu penez
12 </avatar>

```

A popis jeho zbraně – Shotgun:

```

1 <weapon>
2   <id>shotgun</id>
3   <name>Shotgun</name>
4   <ammo>40</ammo>           //maximalni pocet naboju
5   <clipAmmo>8</clipAmmo>    //pocet naboju v~zasobniku
6   <damage>5</damage>        //velikost poskozeni
7   <optimalDistance>150</optimalDistance> //optimalni vzdalenost
8   <scatterAngle>45</scatterAngle> //rozptyl v~stupnich
9   <scatterRays>20</scatterRays> //pocet naboju naboju na strelu
10  <firingSpeed>1000</firingSpeed> //kadence v~ms
11  <reloadingSpeed>1500</reloadingSpeed> //cas nabijeni zbrane v~ms
12 </weapon>

```

## Kapitola 6

# Kompenzace obtížnosti

### 6.1 Popis problému

Jelikož je hra multiplatformní, je možné ji hrát na různých zařízeních – na mobilech s malými dotykovými displeji, na tabletech s větší dotykovou plochou a dále na klasických počítačích s klávesnicí a myší. Rozdílnost platform se však může projevit na hratelnosti hry. Cílem této části práce je testem ověřit, že dochází k znatelnému rozdílu ve hratelnosti na různých zařízeních.

V této kapitole jsou představeny některé předpoklady nevyváženosti hry, jejichž existence je ověřena testováním s uživateli. Dále jsou představeny možnosti řešení těchto problémů kompenzacemi, jedna z možností kompenzace je realizována a funkce této kompenzace je následně otestována s uživateli.

Pro otestování rozdílnosti obtížnosti ovládání na různých zařízeních je vhodné využít stejných předpřipravených úkolů tak, aby se eliminoval rozdíl výkonu hráče působením náhody a dalších neočekávaných a neovlivnitelných prvků hry[30].

#### **Předpoklad: na dotykových zařízeních se hůře míří**

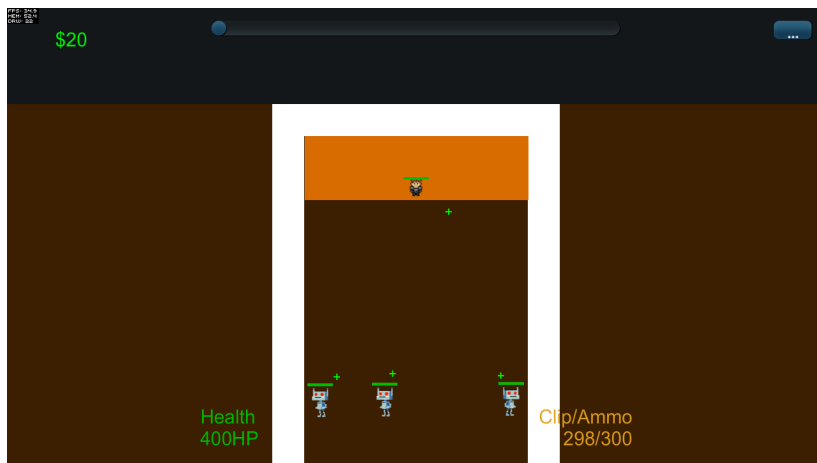
Na dotykových zařízeních se hůře ovládá míření hráče a tím i jeho schopnost likvidovat soupeře. Tuto hypotézu ověříme pomocí experimentu – testované subjekty podrobíme stejnému úkolu na různých zařízeních – výsledky zaznamenáme a porovnáme s ostatními.

#### **Návrh testu**

Testování budou podrobeni dvěma variantám testu – u obou bude mít testovaný za úkol co nejrychleji zneškodnit objevující se roboty. V prvním případě se bude měřit výkon hráče při střelbě na nepohyblivý cíl, v druhém případě výkon hráče při střelbě na pohyblivý cíl. Výkonem hráče se v tomto případě rozumí jeho schopnost mířit na daný cíl. Cílem testu je ověřit předpoklad, že se na dotykových zařízeních hůře míří, a získat tak data pro případnou kompenzaci.

**Test – Střelba na statický cíl**

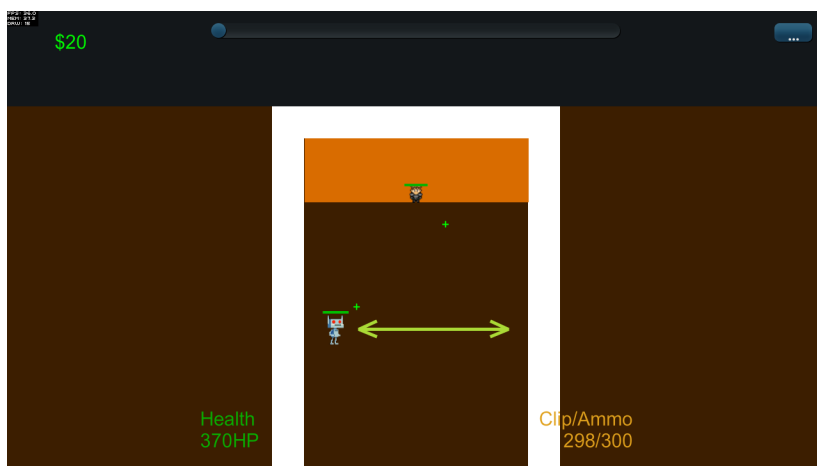
Testovanému se ve spodní části obrazovky na jedné ze čtyř připravených pozic objevují roboti. Roboti se objevují vždy ve trojici. Po zneškodnění jedné trojice se objeví další trojice robotů. Dohromady jsou čtyři trojice. Testovanému je měřen čas od objevení první trojice do zabití posledního robota z trojice čtvrté. Dále je po testu zaznamenán počet zbylých nábojů z původních 300 nábojů.



Obrázek 6.1: Screenshot ze hry – střelba na statický cíl

**Test – Střelba na dynamický cíl**

Testovanému se v levém spodním rohu objevují vždy po jednom robotovi (po zneškodnění první se objeví druhý atp.). Robot se pohybuje doprava a pak opět doleva a tak stále dokola, dokud není hráčem zničen. Dohromady se takto objeví 12 robotů. Testovanému je měřen čas od objevení prvního robota, až po zneškodnění posledního, dvanáctého, robota. Dále je po testu opět zaznamenán počet zbylých nábojů z původních 300 nábojů.



Obrázek 6.2: Screenshot ze hry – střelba na dynamický cíl



### Předpoklad: na dotykových zařízeních se hůř pohybuje

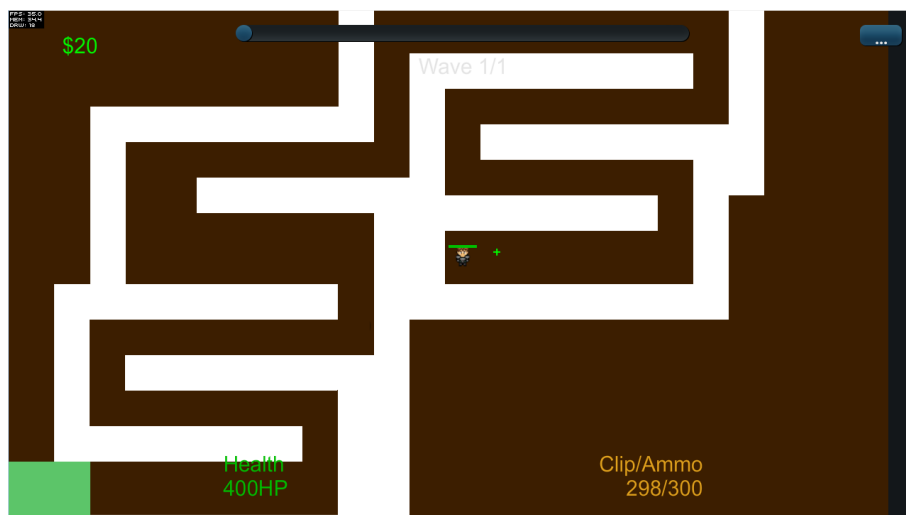
Na dotykových zařízeních se pravděpodobně hůř koordinuje pohyb než na klávesnici. Hypotézu ověříme pomocí experimentu – testované subjekty opět podrobíme stejnému úkolu na různých zařízeních – výsledky zaznamenáme a porovnáme s ostatními.

#### Návrh testu

Zde podrobíme testované pouze jednomu testu, na kterém by měla být ověřena hypotéza o horší koordinaci pohybu hráče. Cílem testu je ověřit předpoklad, že se na dotykových zařízeních hůř pohybuje a opět získat data pro případnou kompenzaci.

#### Test – Proběhnutí bludištěm

Testovaný bude mít za úkol proběhnout předpřipraveným bludištěm. V tomto testu se bude měřit čas mezi vyběhnutím a doběhnutím do stanoveného cíle. Dále bude zaznamenáván počet kolizí hráče se stěnou.



Obrázek 6.3: Screenshot ze hry – proběhnutí bludištěm

## 6.2 Možnosti kompenzace

Možností kompenzace je mnoho. Jednou z možností, tou nejjednodušší, je pouhá modifikace různých parametrů na různých zařízeních – například zvýšení rychlosti hráče, zvýšení života hráče, snížení rozptylu jeho zbraně nebo úpravy dalších jeho vlastností na zařízení, kde hráč dosahuje průměrně horších výsledků.

Další možností je realizace asistivních technologií (metod). Asistivní technologie je označení pro jakékoliv zařízení nebo software, který pomáhá zlepšit výsledky osobám, které je mají z jakéhokoliv důvodu sníženy[13][14]. V našem případě jsou tyto důvody v náročnosti ovládání zařízení. Jednou z asistivních metod, které tento handicap mohou řešit, může být

například asistivní míření – hráči je napomáháno v míření, aby se zvýšila jeho efektivita zasáhnout požadovaný cíl.

**Dilema** Kompenzace samozřejmě přináší rozporuplné dohady, zda se vůbec mají nějaké rozdíly kompenzovat. Vznikají zde otázky:

1. Postřehne hráč, že mu je kompenzována obtížnost? Za jakých okolností?
2. Postřehne hráč, že se jeho spoluhráči ve hře kompenzuje obtížnost?
3. Vadí hráči, že se mu kompenzuje obtížnost? Nebo má naopak radost?
4. Vadí hráči, že se jeho spoluhráči kompenzuje obtížnost? Nebo má naopak radost?

## 6.3 Testování

### 6.3.1 Příprava testu

#### Testovací scénáře

##### Úkol 1 – Proběhnout bludištěm na čas

Proběhněte bludištěm co nejrychleji, snažte se co nejméně dotknout zdi.

##### Úkol 2 – Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Snažte se co nejrychleji zneškodnit objevující se roboty. Zároveň se také snažte spotřebovat nejméně nábojů. Nevycházejte z oranžové zóny.

##### Úkol 3 – Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Snažte se co nejrychleji zneškodnit objevující se roboty. Zároveň se také snažte spotřebovat nejméně nábojů. Nevycházejte z oranžové zóny.

#### Post test dotazník

Ovládala se vám hra někde snadněji?

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

Připadá vám některý test těžký?

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

### Testovaná zařízení

Prototyp aplikace byl připraven na těchto zařízeních:

#### Mobilní telefon

Jednalo se o mobilní telefon Samsung Galaxy Note2 s operačním systémem Android. Zařízení má 5 palcový displej – patří do kategorie telefonů s většími displeji. Rozlišení displeje činí 1280x720 pixelů.

#### Tablet

Testovaným zařízením v kategorii tablet byl Samsung Galaxy Note 10.1. Jedná se o klasický deseti palcový tablet s operačním systémem Android. Rozlišení displeje činí 1280x720 pixelů.

#### Notebook

Klasický 15 palcový notebook s operačním systémem Windows 7. Rozlišení displeje má 1920x1200 pixelů. Pro potřeby testování byla k notebooku připojena bezdrátová myš. Hra byla spuštěna v okně s rozlišením 1280x720 pixelů.

### 6.3.2 Průběh testu

Testování proběhlo v klidném bytě. Participantů byli seznámeni s funkčním prototypem hry na všech zařízeních, a teprve poté bylo zahájeno testování. Testování probíhalo postupně po jednotlivých úkolech se všemi respondenty na všech zařízeních (nejdříve absolvoval Test 1 na všech zařízeních participant 1, následoval ho participant 2 atd.).

## 6.4 Výsledky

V této části práce jsou prezentovány výsledky v tabulkách – výsledky jednotlivých participantů a jejich odpovědi v dotazníku po testu naleznete v příloze [Výsledky hráčů na různých zařízeních \(A.1\)](#).

### Proběhnutí bludištěm na čas

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:41,66	00:38,47	00:35,08
Participant 2	00:41,95	00:40,14	00:35,63
Participant 3	00:41,65	00:39,08	00:37,38
Participant 4	00:41,00	00:38,52	00:36,61
Participant 5	00:41,20	00:38,40	00:34,30
Průměr	00:41,49	00:38,92	00:35,80
Nejlepší	00:41,00	00:38,40	00:34,30
Nejhorší	00:41,95	00:40,14	00:37,38

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:55,73	00:52,00	00:43,24
Participant 2	00:56,95	00:47,84	00:40,55
Participant 3	00:52,39	00:47,43	00:43,45
Participant 4	00:59,50	00:58,20	00:51,71
Participant 5	00:52,37	00:44,33	00:40,45
Průměr	00:55,39	00:49,96	00:43,88
Nejlepší	00:52,37	00:44,33	00:40,45
Nejhorší	00:59,50	00:58,20	00:51,71

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:29,60	00:24,12	00:18,33
Participant 2	00:31,09	00:27,00	00:20,91
Participant 3	00:34,02	00:34,55	00:22,30
Participant 4	00:37,24	00:28,40	00:22,26
Participant 5	00:25,06	00:21,76	00:20,10
Průměr	00:31,40	00:27,17	00:20,78
Nejlepší	00:25,06	00:21,76	00:18,33
Nejhorší	00:37,24	00:34,55	00:22,30

**6.5 Zpracování výsledků****Relativní zlepšení podle zařízení****Proběhnutí bludištěm na čas**

Rozdíly v rychlosti proběhnutí bludištěm na jednotlivých zařízeních nejsou tak výrazné. Na PC dosahovali testovaní hráči o necelých 16% lepších výsledků než na mobilu.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	6,60%	15,90%
Tablet	-6,19%	0,00%	8,72%
PC	-13,72%	-8,02%	0,00%

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Rozdíly při střelbě na statický cíl jsou již zřetelnější. Na PC dosahovali účastníci o 26% lepších výsledků než na malém dotykovém zařízení. Rozdíl výsledků tabletu oproti mobilu je již také citelný – téměř 16%.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	10,86%	26,23%
Tablet	-9,80%	0,00%	13,86%
PC	-20,78%	-12,17%	0,00%

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Podle předpokladů jsou rozdíly ve výsledcích v tomto testu nejmarkantnější. Na počítači dosahovali hráči v průměru až o víc jak 50% lepších výsledků než na telefonu.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	15,59%	51,12%
Tablet	-13,49%	0,00%	30,73%
PC	-33,83%	-23,51%	0,00%

**Navržená kompenzace**

Autor práce aplikoval jednoduchou kompenzaci – modifikaci některých parametrů hráče na různých zařízeních. Hodnoty jednotlivých modifikací odpovídají relativnímu zlepšení mezi zařízeními. Cílem je zlepšit výsledky hráčů na telefonu a na tabletu tak, aby se ideálně vyrovnaly výsledkům hráčů na počítači.

**Proběhnutí bludištěm na čas**

Pro tento úkol byly aplikovány tyto modifikace:

Mobil	zvýšení rychlosti hráče o 16%
Tablet	zvýšení rychlosti hráče o 9%
PC	nebyly aplikovány žádné změny

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Pro tento úkol byly aplikovány tyto modifikace:

Mobil	zvýšená damage hráčovi zbraně o 27%
Tablet	zvýšená damage hráčovi zbraně o 14%
PC	nebyly aplikovány žádné změny

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Pro tento úkol byly aplikovány tyto modifikace:

Mobil	zvýšená damage hráčovi zbraně o 50%
Tablet	zvýšená damage hráčovi zbraně o 30%
PC	nebyly aplikovány žádné změny

**6.6 Testování s kompenzovanými zařízeními****Příprava testu**

Testování byli postaveni před stejné úkoly jako při prvním testování. Participantů nebyli informováni o důvodu, proč je test opakován – nevěděli o aplikovaných kompenzacích. O smyslu testu a kompenzacích byli informováni až před vyplněním post-test dotazníku.

## Průběh a výsledky testu

Test probíhal pouze na mobilním telefonu a na tabletu – test na počítači není potřeba opakovat (počítač nebyl kompenzován). Bohužel participant 2 si již nenašel pro znovu otestování čas. V této kapitole jsou zobrazeny výsledky všech participantů v tabulce – jednotlivé výsledky hráčů naleznete v části [Výsledky hráčů na kompenzovaných zařízeních \(A.2\)](#). Srovnání časů na kompenzovaných a nekompenzovaných zařízeních jsou k dispozici v příloze [Tabulky výsledků všech participantů \(A.3\)](#).

Participant dle vlastních slov nepoznali, že jejich hráčské vlastnosti byly v rámci kompenzace na různých zařízeních pozměněny. Žádný z participantů se vůči kompenzacím nevyjádřil negativně a někteří je i vítají – to ovšem je podmíněno herním stylem – týmovou kooperací.

### Proběhnutí bludištěm na čas

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:33,78	00:34,09	00:35,08
Participant 3	00:42,30	00:40,32	00:37,38
Participant 4	00:34,51	00:36,42	00:36,61
Participant 5	00:37,97	00:36,25	00:34,30
Průměr	00:37,14	00:36,77	00:35,84
Nejlepší	00:33,78	00:34,09	00:34,30
Nejhorší	00:42,30	00:40,32	00:37,38

### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:43,99	00:48,05	00:43,24
Participant 3	00:50,51	00:46,61	00:43,45
Participant 4	00:47,58	00:46,21	00:51,71
Participant 5	00:46,91	00:42,00	00:40,45
Průměr	00:47,25	00:45,72	00:44,71
Nejlepší	00:43,99	00:42,00	00:40,45
Nejhorší	00:50,51	00:48,05	00:51,71

### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Testovaný	Čas na telefonu	Čas na tabletu	Čas na desktopu
Participant 1	00:24,31	00:21,00	00:18,33
Participant 3	00:30,10	00:21,20	00:22,30
Participant 4	00:23,69	00:21,45	00:22,26
Participant 5	00:16,59	00:19,30	00:20,10
Průměr	00:23,46	00:20,65	00:21,39
Nejlepší	00:16,59	00:19,30	00:20,10
Nejhorší	00:30,10	00:21,45	00:22,30

## 6.7 Zpracování výsledků na kompenzovaných zařízeních

### Proběhnutí bludištěm na čas

Rozdíly v rychlosti proběhnutí bludištěm na jednotlivých zařízeních se kompenzací podařily téměř odstranit. Z původních 16% se podařilo rozdíl mezi PC a mobilem snížit na necelá 4%.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	1,01%	3,74%
Tablet	-1,00%	0,00%	2,71%
PC	-3,61%	-2,64%	0,00%

### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Rozdíly výkonu hráčů na různých zařízeních při střelbě na statický cíl se také snížily. Z naměřených výsledků lze sledovat snížení rozdílu mezi tabletem a počítačem na minimum a dále snížení propasti mezi mobilem a počítačem z 27% na pouhých 8%.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	3,35%	7,67%
Tablet	-3,24%	0,00%	4,19%
PC	-7,13%	-4,02%	0,00%

### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Z výsledků posledního testu je opět patrné, že se podařilo snížit rozdíly mezi výsledky na různých zařízeních. Původní rozdíl výsledků na počítači a mobilu ve výši 51% se podařilo snížit na necelých 14%. Rozdíl výsledků na tabletu a na počítači se podařilo opět téměř eliminovat.

Zařízení	Mobil	Tablet	PC
Mobil	0,00%	14,15%	13,92%
Tablet	-12,40%	0,00%	-0,20%
PC	-12,22%	0,20%	0,00%

V příloze [Naměřená relativní zlepšení – tabulky \(A.3\)](#) jsou k dispozici tabulky srovnávající relativní výsledky mezi kompenzovanými a nekompenzovanými zařízeními.

## 6.8 Závěry

Z testování je zřejmé, že existují dramatické rozdíly ve výsledcích při provádění stejného úkolu na různých platformách. Některé navržené kompenzace tyto rozdíly snižují, v některých případech dokonce i odstraňují. Autorovi práce je jasné, že naměřené hodnoty jsou pouze orientační, a to ještě pro konkrétní, specifické úkoly v kombinaci s menším počtem testovaných (i přesto, že se podařilo pokrýt všechny kategorie hráčů podle času, který věnují hře). Je otázkou k zamyšlení, zda takové kompenzace mají ve hře smysl či nikoliv.

Přesnějších výsledků by se dalo dosáhnout při sběru většího množství dat – to ale nebylo možné v diplomové práci z časových důvodů realizovat. Realizace sběru velkého množství dat by bylo možné dosáhnout například anonymním sběrem dat po nasazení hry do produkce.



# Kapitola 7

## Závěr

### 7.1 Pokračování práce

Realizace hry stále pokračuje a bude pokračovat i po odevzdání diplomové práce. Jedná se ještě o spoustu práce. Pro tyto potřeby byl vytvořen takzvaný TODO list.

#### Implementační TODO

- Nakupování abilit na serveru i v klientovi.
- Posílat ze serveru eventy o aktivaci abilit.
- Upravit chování robotů při přiblížení k cíli (implementovat možnost rozhodování robota, zda má útočit na hráče nebo na cíl).
- Roboti by měli mít možnost se objevovat na více místech, než jen na jedné navigační lince.
- Zdokonalit map editor tak, aby se dal využít i jako level designer.

#### Grafické TODO

Je potřeba vytvořit grafické prostředí hry a kompletně ilustrovat herní svět. Autor je v tuto chvíli v kontaktu s ilustrátory a grafiky, kteří by se mohli podílet na grafické části této hry.

- Vytvořit design UI hry.
- Vytvořit design HUD.
- Vytvořit ilustrace a animace herních postav a robotů.
- Vytvořit efekty střelby a efekty abilit.
- Ilustrace herního světa.
- Level-design (vytvoření map).

## Ladící TODO

Hru je potřeba vyladit po stránce obtížnosti a vyrovnaní sil.

- Nastavení parametrů jednotlivých postav a robotů.
- Nastavení parametrů zbraní.
- Nastavení parametrů map a vln.
- Obecné vyladění obtížnosti hry.

## 7.2 Zhodnocení splnění cílů

V rámci diplomové práce se podařilo analyzovat problémy, navrhnout a otestovat uživatelské rozhraní, navrhnout a implementovat klientskou a serverovou část hry. Dále autor práce prostudoval a otestoval možnost kompenzace herní obtížnosti. Vznikl tedy již plně hratelný základ hry, který bude možno využít pro další vývoj. Cíle práce se tedy dají označit za splněné.

Největší část práce autor věnoval samotné implementaci hry, a to převážně serverové části - chování robotů, správné předávání informací a implementace základního chování světa. Implementace klientské části nebyla pro autora práce nijak obtížná, protože již má s flashem zkušenosti z minulosti.

## 7.3 Přínos práce

Byl vytvořen kvalitní základ hry, s kterou má autor práce plány do budoucna. Dále díky této diplomové práci autor získal velké zkušenosti s vývojem multiplayerových a rozsáhlejších her. Autorovi práce byly otevřeny oči, jak obtížné je vytvořit samotný návrh, vyladění herních parametrů a vytvoření efektivní multiplayerové komunikace.

# Odkazy

- [1] Adobe. *Adobe Flash Platform* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://www.adobe.com/products/flashruntimes.html>>.
- [2] AS3 Multiuser Library. *Connect Your Games and Apps* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://multiuser.reyco1.com/blog/>>.
- [3] Ben Kuchera. *Co-op gaming is here to stay: Ars helps you find players* [online]. 2009. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://arstechnica.com/gaming/2009/01/co-op-gaming-is-here-to-stay-ars-helps-you-find-players/>>.
- [4] BERNIER, Y. Latency compensating methods in client/server in-game protocol design and optimization. 2001.
- [5] FLASHDEVELOP.ORG. *Flash Develop Features - Generation* [online]. 2008. [cit. 20. 3. 2013].
- [6] Google Inc. *The JRE Class White List - Google App Engine* [online]. 2013. [cit. 30. 4. 2013]. Dostupné z: <<https://developers.google.com/appengine/docs/java/jrewhitelist>>.
- [7] gotoAndPlay(). *Propagační materiály Smart Fox Server* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://smartfoxserver.com/products/>>.
- [8] Graham McAllister. *A Guide To iOS Twin Stick Shooter Usability* [online]. 2011. [cit. 23. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://www.gamasutra.com/view/feature/6323/a\\_guide\\_to\\_ios\\_twin\\_stick\\_shooter\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/6323/a_guide_to_ios_twin_stick_shooter_.php)>.
- [9] Jason Bakker. *A GDD Template for the Indie Developer* [online]. 2009. [cit. 23. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://www.gamasutra.com/blogs/JasonBakker/20090604/84211/A\\_GDD\\_Template\\_for\\_the\\_Indie\\_Developer.php](http://www.gamasutra.com/blogs/JasonBakker/20090604/84211/A_GDD_Template_for_the_Indie_Developer.php)>.
- [10] Ludei. *Propagační materiály CocoonJS* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://www.ludei.com/tech/cocoonjs>>.
- [11] NBXSoft. *Free Screen Recorder* [online]. 2013. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <<http://www.nbxsoft.com/screen-recorder.php>>.
- [12] Paul Tozour. *Game/AI: Fixing Pathfinding Once and For All* [online]. 2013. [cit. 30. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://www.ai-blog.net/archives/000152.html>>.

- [13] Příspěvatelé Wikipedie. *Assistive technology* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Assistive\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Assistive_technology)>.
- [14] Příspěvatelé Wikipedie. *Computer accessibility* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_accessibility](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_accessibility)>.
- [15] Příspěvatelé Wikipedie. *Cooperative gameplay* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Cooperative\\_gameplay](http://en.wikipedia.org/wiki/Cooperative_gameplay)>.
- [16] Příspěvatelé Wikipedie. *Adobe Flash Professional* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Flash\\_Professional](http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_Professional)>.
- [17] Příspěvatelé Wikipedie. *Cooperative gameplay* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Gamer>>.
- [18] Příspěvatelé Wikipedie. *Game Design Document* [online]. 2013. [cit. 23. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Game\\_design\\_document](http://en.wikipedia.org/wiki/Game_design_document)>.
- [19] Příspěvatelé Wikipedie. *Interpolate* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Interpolate>>.
- [20] Příspěvatelé Wikipedie. *Isometric graphics in video games and pixel art* [online]. 2013. [cit. 24. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Isometric\\_graphics\\_in\\_video\\_games](http://en.wikipedia.org/wiki/Isometric_graphics_in_video_games)>.
- [21] Příspěvatelé Wikipedie. *Oblique projection* [online]. 2013. [cit. 24. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Oblique\\_projection](http://en.wikipedia.org/wiki/Oblique_projection)>.
- [22] Příspěvatelé Wikipedie. *SW požadavky* [online]. 2013. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Analýza\\_požadavků](http://cs.wikipedia.org/wiki/Analýza_požadavků)>.
- [23] Příspěvatelé Wikipedie. *Transmission Control Protocol* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Transmission\\_Control\\_Protocol](http://cs.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol)>.
- [24] Příspěvatelé Wikipedie. *Tower defense* [online]. 2013. [cit. 24. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Tower\\_defense](http://en.wikipedia.org/wiki/Tower_defense)>.
- [25] Příspěvatelé Wikipedie. *Transmission Control Protocol* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/UDP>>.
- [26] Příspěvatelé Wikipedie. *SW požadavky* [online]. 2013. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Usability\\_testing](https://en.wikipedia.org/wiki/Usability_testing)>.
- [27] PlayerScale Inc. *Propagační materiály PlayerIO* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://playerio.com/features/>>.
- [28] PlayerScale Inc. *Getting started with Flash and Player.IO* [online]. 2013. [cit. 30. 4. 2013]. Dostupné z: <<https://playerio.com/documentation/gettingstarted/flashcombopackage>>.
- [29] PlayerScale Inc. *Multiplayer Essentials - Security* [online]. 2013. [cit. 30. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://playerio.com/documentation/multiplayer/essentials>>.

- [30] SPORKA, A. J. et al. Non-speech input and speech recognition for real-time control of computer games. In *ACM Conference on Assistive Technologies*, s. 213–220, 2006. doi: 10.1145/1168987.1169023.
- [31] Unity Technologies. *Propagační materiály Unity3D* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://unity3d.com/unity/>>.
- [32] Unity Technologies. *Unity3D Game List* [online]. 2013. [cit. 26. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://unity3d.com/gallery/made-with-unity/game-list>>.
- [33] Valve. *About Steam* [online]. 2013. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://www.valvesoftware.com/company/index.html>>.
- [34] Valve - Katalog her Steam. *Výpis cross-platform multiplayer her* [online]. 2013. [cit. 23. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://store.steampowered.com/search/?#category1=998&category2=27&sort\\_order=ASC&page=1](http://store.steampowered.com/search/?#category1=998&category2=27&sort_order=ASC&page=1)>.
- [35] Valve - Steam Stats. *Team Fortress 2 nejhranější FPS na Steam* [online]. 2013. [cit. 23. 4. 2013]. Dostupné z: <<http://store.steampowered.com/stats/>>.
- [36] warp.povusers.org. *Comparison of several sorting algorithms: Integers with repetition* [online]. [cit. 25. 4. 2013]. Dostupné z: <[http://warp.povusers.org/SortComparison/integers\\_rep.html](http://warp.povusers.org/SortComparison/integers_rep.html)>.



## Příloha A

### Data z testování obtížnosti

## A.1 Výsledky hráčů na různých zařízeních

### Participant 1

#### Proběhnutí bludištěm na čas

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:41,66	5
Tablet	00:38,47	2
PC	00:35,08	2

#### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:55,73	88
Tablet	00:52,00	92
PC	00:43,24	172

#### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:29,60	104
Tablet	00:24,12	144
PC	00:18,33	177

#### Post-test dotazník

Ovládala se vám hra někde snadněji?

*ano, na pc*

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

*ano, na tabletu*

Připadá vám některý test těžký?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

*ano*



## Participant 2

### Proběhnutí bludištěm na čas

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:41,95	4
Tablet	00:40,14	2
PC	00:35,63	1

### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:56,95	78
Tablet	00:47,84	118
PC	00:40,55	187

### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:31,09	84
Tablet	00:27,00	110
PC	00:20,91	186

### Post-test dotazník

Ovládala se vám hra někde snadněji?

*ano, na pc*

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

*ano, asi mobil kvůli menšímu displeji, ale nijak zásadně*

Připadá vám některý test těžký?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

*ano, je podobné jako u takovýchto typů her*

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

*ano, tradiční u her tohoto typu (míření myší a šipkami)*

**Participant 3****Proběhnutí bludištěm na čas**

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:41,65	4
Tablet	00:39,08	1
PC	00:37,38	1

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:52,39	103
Tablet	00:47,43	138
PC	00:43,45	154

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:34,02	78
Tablet	00:34,55	56
PC	00:22,30	162

**Post-test dotazník**

Ovládala se vám hra někde snadněji?

*ano, na pc*

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

*ne*

Připadá vám některý test těžký?

*ano – míření na pohyblivý cíl*

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

*ne*

**Participant 4****Proběhnutí bludištěm na čas**

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:41,00	5
Tablet	00:38,52	6
PC	00:36,61	3

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:59,50	70
Tablet	00:58,20	82
PC	00:51,71	172

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:37,24	34
Tablet	00:28,40	92
PC	00:22,26	189

**Post-test dotazník**

Ovládala se vám hra někde snadněji?

*ano, na pc*

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

*ano, na tabletu (ovladače byly moc velké)*

Připadá vám některý test těžký?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

*ano – většina dnešních mobilních her*

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

*ne – nevzpomínám si*

**Participant 5****Proběhnutí bludištěm na čas**

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:41,20	6
Tablet	00:38,40	1
PC	00:34,30	3

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:52,37	104
Tablet	00:44,33	122
PC	00:40,45	174

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:25,06	124
Tablet	00:21,76	153
PC	00:20,10	169

**Post-test dotazník**

Ovládala se vám hra někde snadněji?

*ano, na pc*

Ovládala se vám hra někde obtížněji?

*ano, mobil*

Připadá vám některý test těžký?

*ne*

Setkal jste se někdy s takovým typem dotykového ovládání?

*ano*

Setkal jste se někdy s takovým typem ovládání myši a klávesnicí?

*ano*

## A.2 Výsledky hráčů na kompenzovaných zařízeních

### Participant 1

#### Proběhnutí bludištěm na čas

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:33,78	7
Tablet	00:34,09	1
PC	neměřeno	neměřeno

#### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:43,99	162
Tablet	00:48,05	100
PC	neměřeno	neměřeno

#### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:24,31	133
Tablet	00:21,00	168
PC	neměřeno	neměřeno

#### Post-test dotazník

Postřehli jste, že jsou některé vlastnosti vašeho hráče kompenzované? Pokud ano, víte které?  
*ne*

Vadí vám, že máte ve hře kompenzované vlastnosti?  
*Kdyby se hrálo něco jako deathmatch, tak určitě vadilo. V případě coop ne.*

Vadilo by vám, kdyby váš spoluhráč měl kompenzované vlastnosti?  
*asi ne*

### Participant 3

#### Proběhnutí bludištěm na čas

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:42,30	6
Tablet	00:40,32	2
PC	neměřeno	neměřeno

#### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:55,73	102
Tablet	00:52,00	116
PC	neměřeno	neměřeno

#### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:29,60	85
Tablet	00:24,12	150
PC	neměřeno	neměřeno

#### Post-test dotazník

Postřehli jste, že jsou některé vlastnosti vašeho hráče kompenzované? Pokud ano, víte které?  
*nepostřehla*

Vadí vám, že máte ve hře kompenzované vlastnosti?

*Vadilo by mi to, pokud by to znamenalo výrazné zlehčení (zesnadnění) hry. Ideální by byla možnost kompenzace při výběru obtížnosti.*

Vadilo by vám, kdyby váš spoluhráč měl kompenzované vlastnosti?

*nevadilo*

**Participant 4****Proběhnutí bludištěm na čas**

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:34,51	7
Tablet	00:36,42	4
PC	neměřeno	neměřeno

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:47,58	133
Tablet	00:46,21	126
PC	neměřeno	neměřeno

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:23,69	132
Tablet	00:21,45	149
PC	neměřeno	neměřeno

**Post-test dotazník**

Postřehli jste, že jsou některé vlastnosti vašeho hráče kompenzované? Pokud ano, víte které?  
*Nic jsem nepoznal.*

Vadí vám, že máte ve hře kompenzované vlastnosti?  
*Nevadí, spíše je vítám. Nenahrává ale zkušenějším hráčům, kteří jsou na ovládání zvyklí?*

Vadilo by vám, kdyby váš spoluhráč měl kompenzované vlastnosti?  
*Asi ne.*

**Participant 5****Proběhnutí bludištěm na čas**

Zařízení	Naměřený čas	Kolizí se zdmi
Mobil	00:37,97	5
Tablet	00:36,25	1
PC	neměřeno	neměřeno

**Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:46,91	134
Tablet	00:42,00	148
PC	neměřeno	neměřeno

**Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl**

Zařízení	Naměřený čas	Zbylo nábojů
Mobil	00:16,59	184
Tablet	00:19,30	166
PC	neměřeno	neměřeno

**Post-test dotazník**

Postřehli jste, že jsou některé vlastnosti vašeho hráče kompenzované? Pokud ano, víte které?  
*Ne, nepoznal.*

Vadí vám, že máte ve hře kompenzované vlastnosti?  
*ne*

Vadilo by vám, kdyby váš spoluhráč měl kompenzované vlastnosti?  
*Když to pomůže týmu tak ne.*



## A.3 Zpracované výsledky

### Tabulky výsledků všech participantů

#### Proběhnutí bludištěm na čas

Testovaný	Telefon	Tabletu	Desktop	Komp. telefon	Komp. tablet
Participant 1	00:41,66	00:38,47	00:35,08	00:33,78	00:34,09
Participant 2	00:41,95	00:40,14	00:35,63		
Participant 3	00:41,65	00:39,08	00:37,38	00:42,30	00:40,32
Participant 4	00:41,00	00:38,52	00:36,61	00:34,51	00:36,42
Participant 5	00:41,20	00:38,40	00:34,30	00:37,97	00:36,25
Průměr	00:41,49	00:38,92	00:35,80	00:37,14	00:36,77
Nejlepší	00:41,00	00:38,40	00:34,30	00:33,78	00:34,09
Nejhorší	00:41,95	00:40,14	00:37,38	00:42,30	00:40,32

#### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

Testovaný	Telefon	Tabletu	Desktop	Komp. telefon	Komp. tablet
Participant 1	00:55,73	00:52,00	00:43,24	00:43,99	00:48,05
Participant 2	00:56,95	00:47,84	00:40,55		
Participant 3	00:52,39	00:47,43	00:43,45	00:50,51	00:46,61
Participant 4	00:59,50	00:58,20	00:51,71	00:47,58	00:46,21
Participant 5	00:52,37	00:44,33	00:40,45	00:46,91	00:42,00
Průměr	00:55,39	00:49,96	00:43,88	00:47,25	00:45,72
Nejlepší	00:52,37	00:44,33	00:40,45	00:43,99	00:42,00
Nejhorší	00:59,50	00:58,20	00:51,71	00:50,51	00:48,05

#### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

Testovaný	Telefon	Tabletu	Desktop	Komp. telefon	Komp. tablet
Participant 1	00:29,60	00:24,12	00:18,33	00:24,31	00:21,00
Participant 2	00:31,09	00:27,00	00:20,91		
Participant 3	00:34,02	00:34,55	00:22,30	00:30,10	00:21,20
Participant 4	00:37,24	00:28,40	00:22,26	00:23,69	00:21,45
Participant 5	00:25,06	00:21,76	00:20,10	00:16,59	00:19,30
Průměr	00:31,40	00:27,17	00:20,78	00:23,67	00:20,74
Nejlepší	00:25,06	00:21,76	00:18,33	00:16,59	00:19,30
Nejhorší	00:37,24	00:34,55	00:22,30	00:30,10	00:21,45

### Naměřená relativní zlepšení – tabulky

#### Proběhnutí bludištěm na čas

	Mobil	Tablet	PC	Komp. mobil	Komp. tablet	PC
Mobil	0,00%	6,60%	15,90%	3,38%	8,38%	15,90%
Tablet	-6,19%	0,00%	8,72%	-3,02%	1,66%	8,72%
PC	-13,72%	-8,02%	0,00%	-10,80%	-6,49%	0,00%
Komp. mobil	-3,27%	3,12%	12,11%	0,00%	4,83%	12,11%
Komp. tablet	-7,73%	-1,64%	6,94%	-4,61%	0,00%	6,94%

Obrázek A.1: Proběhnutí bludištěm na čas – relativní zlepšení zařízení

#### Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl

	Mobil	Tablet	PC	Komp. mobil	Komp. tablet	PC
Mobil	0,00%	10,86%	26,23%	13,71%	25,02%	26,23%
Tablet	-9,80%	0,00%	13,86%	2,57%	12,76%	13,86%
PC	-20,78%	-12,17%	0,00%	-9,92%	-0,96%	0,00%
Komp. mobil	-12,06%	-2,50%	11,01%	0,00%	9,94%	11,01%
Komp. tablet	-20,01%	-11,32%	0,97%	-9,04%	0,00%	0,97%

Obrázek A.2: Zabijte roboty co nejrychleji – statický cíl – relativní zlepšení zařízení

#### Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl

	Mobil	Tablet	PC	Komp. mobil	Komp. tablet	PC
Mobil	0,00%	15,59%	51,12%	34,51%	55,07%	51,12%
Tablet	-13,49%	0,00%	30,73%	16,37%	34,15%	30,73%
PC	-33,83%	-23,51%	0,00%	-10,99%	2,62%	0,00%
Komp. mobil	-25,66%	-14,07%	12,34%	0,00%	15,28%	12,34%
Komp. tablet	-35,51%	-25,46%	-2,55%	-13,26%	0,00%	-2,55%

Obrázek A.3: Zabijte roboty co nejrychleji – dynamický cíl – relativní zlepšení zařízení

## Příloha B

# Seznam použitých zkratek

**AS** Action Script

**AIR** Adobe Integrated Runtime

**API** Application Programming Interface

**CS** Creative Suite

**DLL** Dynamic-link library

**FPS** First Person Shooter

**FPS** Frames Per Second

**GDD** Game Design Document

**HUD** Heads-Up Display

**HTML** HyperText Markup Language

**HW** Hardware

**JSFL** JavaScript Flash Language

**MvM** Man vs. Machines

**OS** Operating System

**PC** Personal Computer

**P2P** Peer-to-Peer

**RIA** Rich Internet Application

**RPG** Role-Playing Game

**SDK** Software Development Kit

**TCP** Transmission Control Protocol

**UDP** User Datagram Protocol

**UI** User Interface

**VM** Virtual Machine

**XML** eXtended Markup Language

**XP** Experience Points

## Příloha C

# Manuál k aplikaci

### C.1 Požadavky pro běh hry

#### Platforma Windows:

##### Minimální požadavky:

- 1.6GHz Intel Atom, 512MB RAM, 128MB grafické paměti.
- Prohlížeč s nainstalovaným Flash Playerem 11 nebo vyšším anebo nainstalované prostředí Adobe AIR 3.0 nebo vyšší.

#### Platforma MacOS:

##### Minimální požadavky:

- Intel® Core™ Duo 1.83GHz, 512MB RAM, 128MB grafické paměti.
- Prohlížeč s nainstalovaným Flash Playerem 11 nebo vyšším anebo nainstalované prostředí Adobe AIR 3.0 nebo vyšší.

#### Platforma Linux:

##### Minimální požadavky:

- 1.6GHz Intel Atom, 512MB RAM, 128MB grafické paměti.
- Prohlížeč s nainstalovaným Flash Playerem 11 nebo vyšším.

#### Platforma Android:

##### Minimální požadavky:

- ARmv7 550MHz, Hardware Vector FPU, 256MB RAM, OpenGL ES 2.0, H.264 a AAC HW decoder.
- Android 2.3.

## Platforma iOS:

### Minimální požadavky:

- iPod touch 4, iPhone 3GS, iPhone 4, iPhone 5, iPad, iPad 2, iPad mini a iPad s Retina displejem.
- iOS 4.3 nebo novější.

## C.2 Pokyny ke spuštění serveru development serveru

Pro testování samotné hry je připraven server v cloudovém prostředí PlayerIO s identifikátorem „*team-defense-49zj0vpcy0uiegimgepek*“ (id je předvyplněné v klientovi – obr. C.4).

Pokud si nepřejete otestovat development server, pokračujte v návodu [Pokyny ke spuštění hry](#).

Development Server spustíte tím souborem:

`cd://server/Serverside Code/Player.IO Serverside .NET Libraries/Player.IO Development Server.exe`

Pro spuštění serveru je ale potřeba být zaregistrován na webu PlayerIO (obr. C.1).

<https://playerio.com/register>



Obrázek C.1: Po prvním spuštění development serveru je vyžadováno přihlášení.

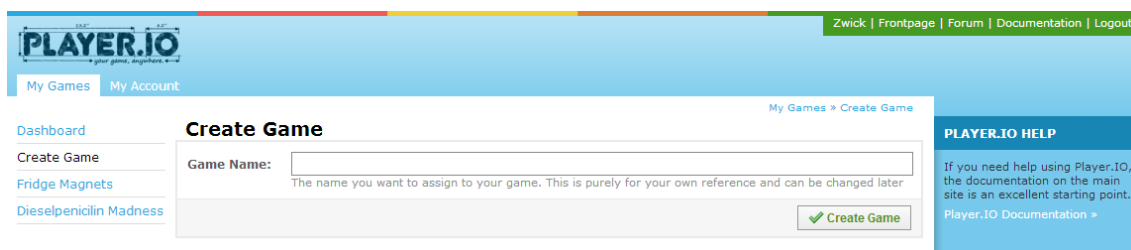
Po založení účtu vytvořte v prostředí PlayerIO novou hru (obr. C.2). Nazvat ji můžete jakkoliv. Vytvořením hry v administrátorském prostředí se vytvoří jedinečný identifikátor, který je třeba zadat po spuštění hry (obr. C.3).

Pro fungování serveru je třeba nahrát do prostředí PlayerIO GameFS konfigurační soubory z adresáře (obr. C.5):

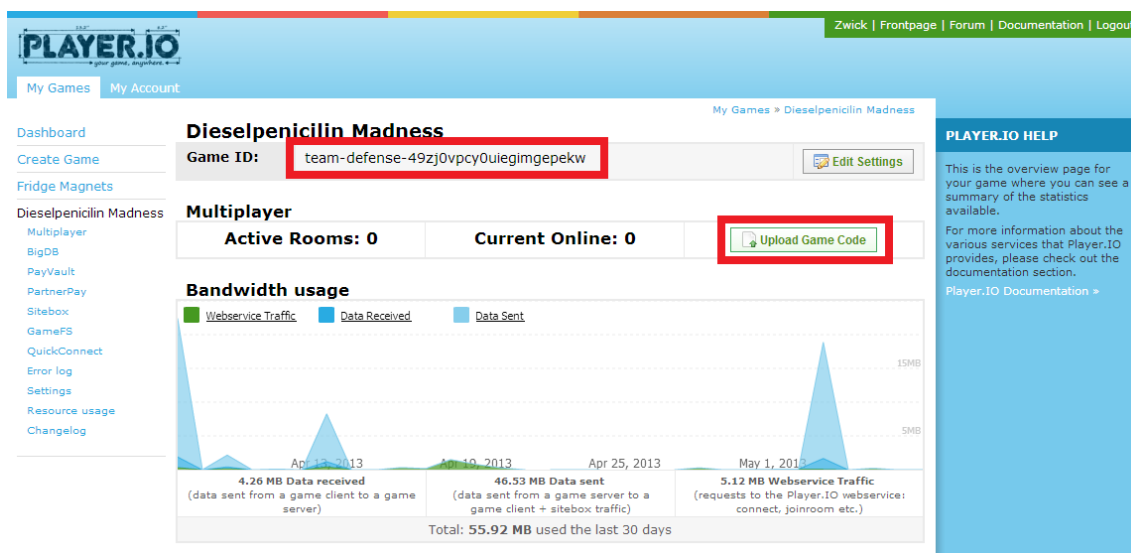
`cd://server/development-server-data/xml/`

Po nahrání potřebných XML souborů stačí k této hře přiřadit knihovnu DLL tlačítkem „Upload Game Code“ (obr. C.3). Knihovna je k dispozici na CD-ROM:

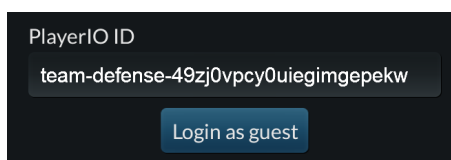
`cd://server/development-server-data/game.dll`



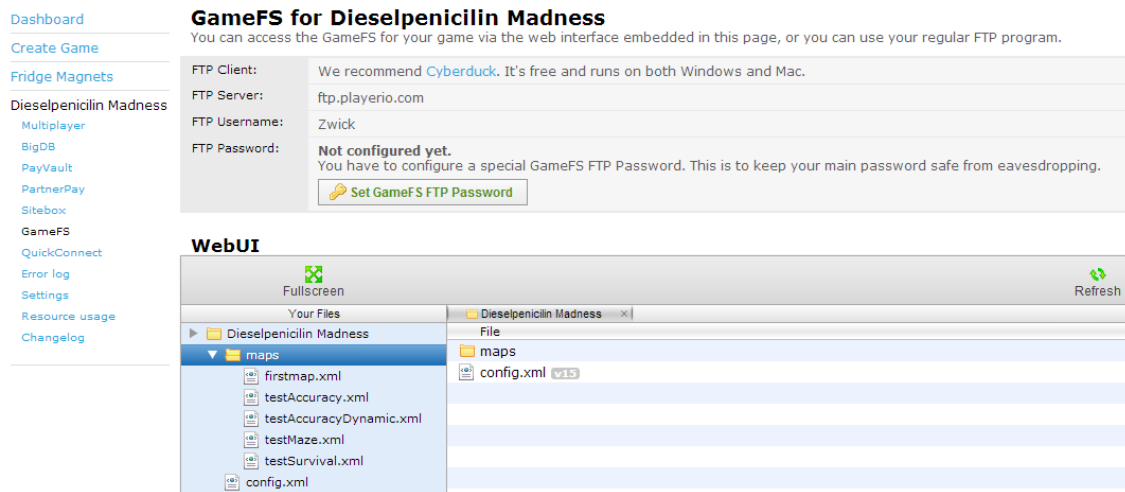
Obrázek C.2: Vytvoření nové hry v administrátorském rozhraní PlayerIO.



Obrázek C.3: Identifikátor hry v administrátorském rozhraní PlayerIO a tlačítko pro nahrání knihovny DLL.



Obrázek C.4: Po spuštění hry je třeba zadat identifikátor hry z PlayerIO.



Obrázek C.5: Struktura nahraných souborů v PlayerIO GameFS.

### C.3 Pokyny ke spuštění hry

Prototyp hry je možné spustit v libovolném prohlížeči s nainstalovaným Flash Playerem, anebo nainstalovat do telefonu nebo tabletu s operačním systémem Android. Po spuštění hry je potřeba v nastavení odškrtnout „Use development server“, je-li k dispozici, je třeba nastavit IP adresu, kde PlayerIO Development Server běží.

Hru lze spustit i v prohlížeči, je ale potřeba využít localhost serveru – kvůli bezpečnostním omezením prohlížeče (nelze načítat lokální soubory a komunikovat s se sítí internet). Pro spuštění hry v prohlížeči spusťte:

```
cd://client/run/game.html
```

Pro nainstalování hry do zařízení s Androidem použijte instalátor:

```
cd://client/install/game.apk
```

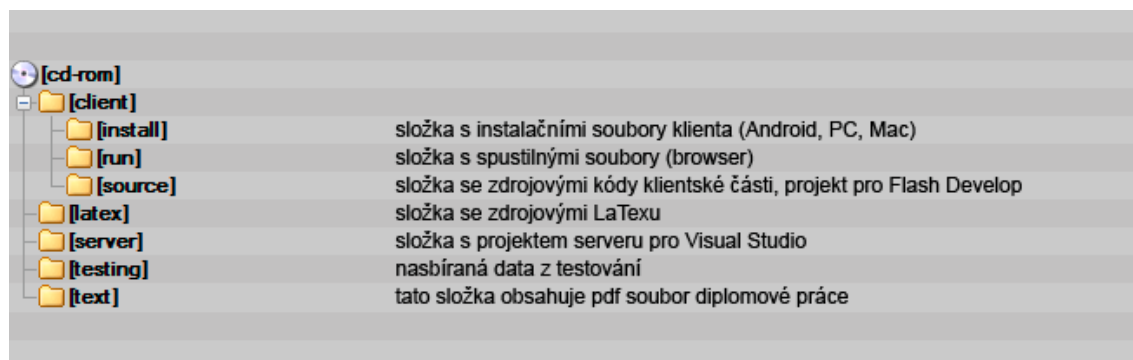
Hru můžete nainstalovat i do počítačů s OS Windows nebo Mac OSX s nainstalovaným prostředím Adobe AIR:

```
cd://client/install/game.air
```



## Příloha D

# Obsah přiloženého CD-ROM



Obrázek D.1: Obsah přiloženého CD-ROM