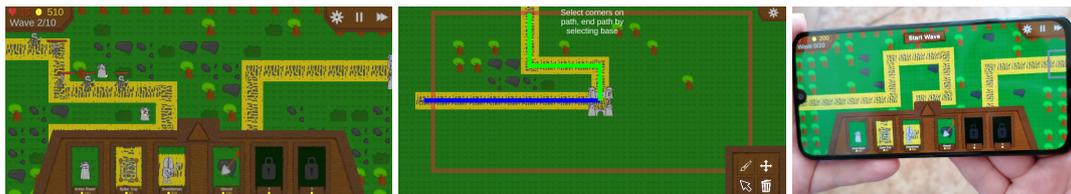


Mobilní hra na motivy Tower Defense

Filip Václavík*



Abstrakt

Cílem práce je návrh a implementace mobilní hry v herním engine Unity. Práce pojednává o vývoji her na mobilní zařízení. Základ této mobilní hry je tvořen v herním engine Unity stejně tak i animace postav, jejichž grafika byla vytvořena pomocí softwaru Gimp. Hra obsahuje plnohodnotnou kampaň pro jednoho hráče s několika variantami úrovní, obsahující různé mechaniky věží a nepřátel. Hra také nabízí zjednodušený editor pro tvorbu vlastních map pro případné sdílení s ostatními hráči. Hra je zasazena do fiktivního středověkého světa a je obohacena o mechaniky, které nejsou typické pro Tower Defense hry, jako např. hraní za opačnou stranu.

Klíčová slova: Mobilní hra — Tower Defense — Unity — Android — UI — Editor — Animace

Příložené materiály: N/A

*xvacla30@stud.fit.vutbr.cz, *Fakulta Informačních technologií, Vysoké učení technické v Brně*

1. Úvod

Videohry[1][2] jsou určitý typ softwaru pro elektronická zařízení jako například mobil či počítač. Stejně jako knihy či filmy mají videohry několik herních žánrů a kromě zábavy mohou rozvíjet i určité dovednosti. Většina her má příběh, ale některé jsou čistě bez příběhu. Videohry mohou být zasazené do fiktivního světa nebo mohou být zasazené na historických událostech, kde se autenticky snaží zachytit onu událost. Za videohru by se dal také považovat simulátor, který má s videohry velice dost společného, některé jsou čistě výukové a jiné mohou být pouze pro pobavení. Videohry jsou zde již od první poloviny 20. století a do videoherního průmyslu je s každým rokem investováno více a více peněz. Video hry jsou vypracovávány v herních enginech jako je např. Unity[3][4].

Mobilní hra v této práci je zpracována jako strategická hra odnože Tower Defense her[5]. Cílem těchto her je zabránit nepřátelskému vojsku dostat se z bodu A do bodu B za pomoci stavění tzv. věží nebo jakýchkoliv jiných prostředků, co hra umožní. Tato hra je zasena

ve středověkém prostředí a veškerení dění je fikce.

Obchod s hrami na mobilní zařízení je plný her, většinou pouze jednoduchých her s hromadou reklam a je těžké vybrat si hru, která bude hráči sedět[6][7]. Nápad na tuto hru jsem dostal již hodně dávno a to, když jsem se snažil najít dobrou hru, kterou bych mohl hrát ve volném čase na mobilu. Návrh této hry jsem začal řešit odstraněním nedostatků u již existujících her.

Hra kombinuje prvky z více typů tower defense her a přidává unikátní mechaniky, které nejsou typické pro tower defense hry. Hra obsahuje kampaň pro jednoho hráče s několika mapami a také editor, kde si hráč může vyzkoušet vlastní mapu a popřípadě ji sdílet s ostatními hráči. Hráč mimo také typické věže může pokládat pasti, barikády a cvičit jednotky. Jedním z nových aspektů je také kampaň, kde si hráč může vyzkoušet hrát za opačnou stranu. Hra také obsahuje encyklopedii věží a postav, kde si hráč může zjistit slabiny nepřátel a naučit se jak lépe používat své vlastní jednotky.

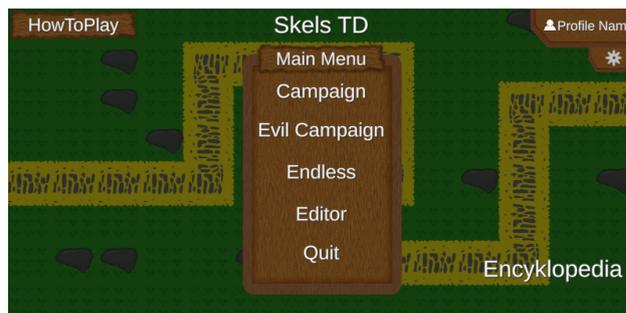
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42



Obrázek 1. Screenshot herní ukázky z levelu mé tower defense hry.



Obrázek 2. Výběr levelů.



Obrázek 3. Hlavní menu.

43 Grafický styl této hry není obzvlášť unikátní, ale
 44 zato je přehledný a je vždy snadno rozpoznat, co se mo-
 45 mentálně děje. Mnohdy při složitějších tower defense
 46 hrách na mobilní zařízení toto může být problém.

47 2. Existující práce

48 Tower Defense hry jsou velice populární strategické
 49 hry na mobilní zařízení. Ovšem tvorba takovéto hry
 50 na mobilní zařízení je dost omezující. Práce na počítači
 51 umožňuje vytvořit obrovské mapy s velkým množstvím
 52 objektů, což dává potenciál k přidání módu pro více
 53 hráčů. Také UI může být minimální jelikož hráč větši-
 54 nou používá klávesové zkratky. Na mobilních zaří-
 55 zeních velké mapy s objekty zabírají příliš mnoho
 56 místa a většinou se dají dělat jen dvě věci. Redukování
 57 množství objektů nebo zmenšení objektů, aby bylo
 58 vše pro uživatele viditelné aniž by se nezasahovalo do
 59 kvality výsledného UI.

60 Existující hra Defenders 2¹[8] má problém s pře-
 61 hledností a použitím obrovského množství objektů na
 62 mapě. Hratelností i grafickým stylem je to dobrá hra,
 63 ale obsahuje tolik mechanik, že je pro hráče až příliš
 64 nepřehledná. Menu a výběr úrovní jsou pro nového
 65 uživatele příliš komplikované a samotné úrovně jsou
 66 příliš malé. V mé tower defense hře se snažím snížit
 67 dopad těchto problémů a snažím se o lepší čitelnost
 68 hlavního menu a bojiště[9].

¹<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nival.pwdefenders2&hl=en&gl=US>

Právě jedna z takových her, která je charakteri- 69
 stická svou jednoduchostí je Tactical War²[10]. Hra se 70
 nesnaží předvést něco, co zde ještě nebylo. Ohromuje 71
 pouze svou jednoduchostí a tím, jak si ji dokáže užít 72
 jakýkoliv hráč, ať už pokročilý či začátečník. Problém 73
 ovšem je, že hra toho příliš nenabízí, rychle se dohraje 74
 a úrovně se začnou opakovat. Věží je málo a ani 75
 žádným stylem nevnáší do hry nesmrtelnost. Mým 76
 řešením tohoto problému je vytvoření několika různých 77
 grafických stylů, aby si člověk nepřipadal, že hraje to 78
 stejné. Hru jsem také rozšířil o více než jen typické 79
 věže. Následně jsem přidal tzv. Endless mód, kdy 80
 člověk může hrát do nekonečna a stále překonávat své 81
 skóre. Následně přidání editoru hru také obohatí o 82
 možnost hrát cizí uživatelské mapy. 83

Tato hra, které téměř není, co vytknout je Bloons 84
 TD 6. ³[11]. Na této hře pracuji větší herní studio, 85
 které z této značky vytvořilo několik let starou sérii. 86
 Řeší výše zmíněné problémy s přidáním unikátními 87
 mechaniky, které v jiných hrách nejsou. Těžko mohu 88
 s něčím takovým soupeřit. Proto přidávám do mé hry 89
 další mechaniku, která umožňuje cvičit vlastní vojáky 90
 a posleze i kampaň, kde si hráč může vyzkoušet jaké 91
 to je hrát za opačnou stranu. 92

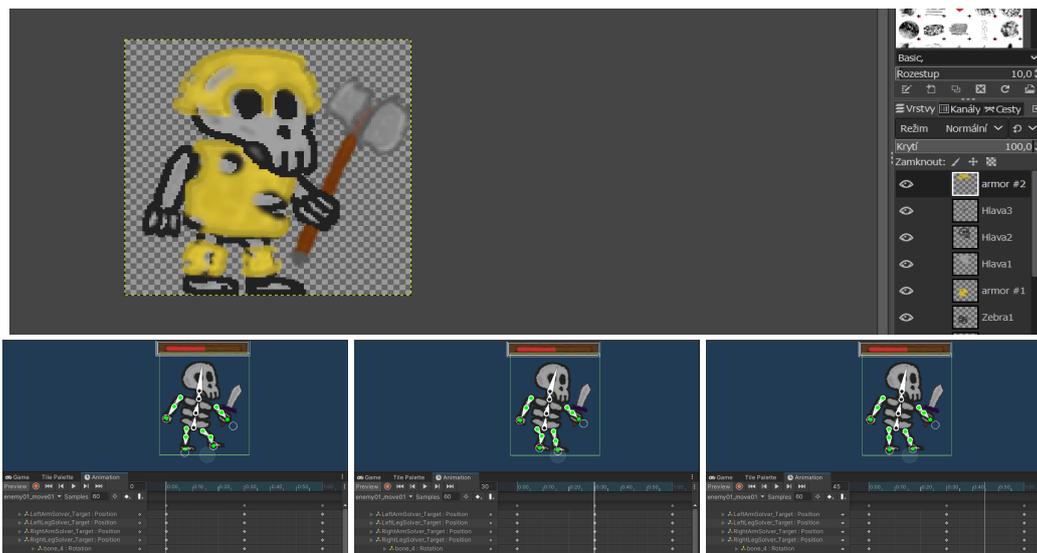
Celkově oproti klasickým tower defense hrám, tato 93
 hra obsahuje možnost pokládat více objektů než jen 94
 věže. Umožňuje cvičit své vlastní jednotky a kampaň, 95
 kde hráč může hrát za opačnou stranu. A pro zajištění 96
 nesmrtelnosti hry obsahuje endless mód a editor. Pro 97
 vtáhnutí hráče do děje, hra obsahuje jednoduchý de- 98
 sign, encyklopedii a tutoriál. 99

100 3. Návrh

Prostředí, ve kterém je tato hra zasazena, nijak neovliv- 101
 ňuje hratelnost. Jedná se pouze o grafický styl. Středo- 102
 věké období pro tower defense hry není nic neob- 103

²<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.magenta.TacticDefense&hl=en&gl=US>

³<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ninjakiwi.bloonstd6&hl=en&gl=US>



Obrázek 4. Tvorba a animace postavy

104 vyklého a k těmto hrám se velice hodí.

105 Hru jsem se rozhodl vypracovat bez jakýchkoliv
106 bonus truhel či loot boxů⁴. Hra tedy neobsahuje žádný
107 typ herní měny, která se kupuje za skutečné peníze a
108 neobsahuje žádné prvky pro zvýhodnění hráče.

109 Hlavní menu³ a kampaň jsem se rozhodl vytvořit,
110 co nejjednodušeji s minimálním množstvím tlačítek
111 a bez příliš komplikovaného výběru levelů² jako je
112 přelet po mapě[12]. V menu má ovšem hráč přístup ke
113 svému profilu se statistikami, tutoriálu a encyklopedii
114 s popsány nepřáteli, kde si může hráč naučit slabiny
115 nepřátel.

116 Objekty ve hře jsou nakresleny stylem, aby za-
117 padli do středověkého prostředí. Hra obsahuje tři
118 grafické styly, letní, pouštní a zimní. V každém tomto
119 prostředí se změní grafický styl určitých objektů jako
120 např. stromy⁵. Jelikož se jedná o fikci, postavy
121 nepřítelů jsou vyobrazeny jako nemrtvé jednotky větši-
122 nou kostlivci. Jedná se o klasické aspekt dobra proti
123 zlu.



Obrázek 5. Zimní úroveň.

⁴Bonusové truhly a loot boxy jsou prvky, které si může hráč zakoupit za opravdové peníze či za dokončení určité události. Obsah těchto truhel zvýhodňuje hráči.

3.1 Herní mechaniky

124

125 Herní mechaniky určují pravidla hry jak se hra má
126 hrát a co vše nabízí. Hráč má k dispozici věže, pasti
127 a jednotky. Všechny tyto objekty jsou nadesignové
128 stylem, aby odpovídala zasazení této hry do určitého
129 středověkého fiktivního světa. Věže střílí šípy, hráč
130 pokládá ostatně pasti a cvičí rytíře proti kostlivcům.
131 Tyto objekty stojí herní měnu. Věže a pasti, lze vylepšo-
132 vat⁶ a také mají dva unikátní vylepšení, přičemž může
133 být aktivní pouze jedno naráz. Některá vylepšení
134 dávají nepřítelům debuffy⁵ na určitou dobu jako např.
135 hoření či spomalení. Vojáky lze rekrutovat a posílat k
136 nepřátelské pozici.

137 Hráč kupuje tyto věže z nákupního menu na spodní
138 straně obrazovky. Hráč může buď kliknout na věž a
139 pak na dlaždici nebo, přetáhnout věž na dlaždici. Po
140 rozkliknutí věže se hráči zobrazí vylepšovací menu,
141 které se zavře opětovným kliknutím na věž nebo klik-
nutím mimo věž.

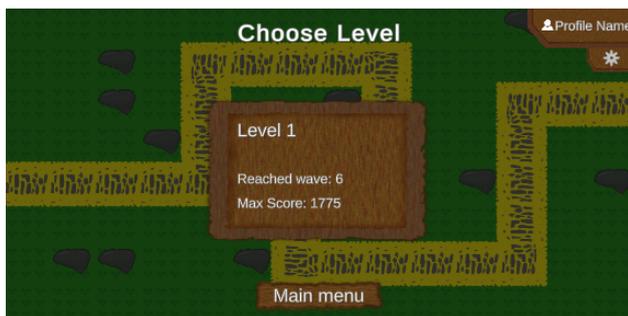


Obrázek 6. Vylepšování věže.

142

143 V Endless módu hráč hraje vybranou úroveň s
144 nekonečno vlnami a má možnost se v ní neustále
145 zlepšovat.

⁵Debuff je typ schopnosti, která snižuje jednotkám vlastnosti, jako životy, rychlost a poškození.



Obrázek 7. Výběr úrovně z Endless módu.

146 V kampani za opačnou stranu si hráč může vy-
147 zkoušet jaké to je posílat jednotky na nepřátelskou
148 základnu.

149 V menu má hráč nabídnutou encyklopedii s výčtem
150 všech dostupných herních objektů s jejich vlastnostmi
151 a detailním popisem pro naučení chování jednotek.

152 3.2 Realizace

153 Levely mají klasický dlaždicový layout⁶. Dlaždicový
154 layout [13] je jeden z nejpoblárnějších stylů jak tvořit 2D
155 levely pro tower defense hry. Jeden z přístupů je také
156 buď použít hexagonální dlaždice nebo místo systému
157 dlaždic se spoléhat pouze na kolize objektů. Dlaždi-
158 cový systém jsou tvořeny objekty jako např. tráva, cesta,
159 ale i blokující elementy jako kameny a stromy. Jed-
160 notky na mapě nejsou ovládnány žádným vyhledávacím
161 algoritmem, ale pouze mají za úkol chodit po cestě.
162 To platí i pro pokládání věží, které je možné položit
163 pouze na specifický typ dlaždice.

164 Mapa je tvořena jednou či více cestami, jednou
165 základnou hráče a dekorativními objekty. Každá mapa
166 obsahuje vlny. Hráč musí přežít určitý počet vln a
167 zabránit, aby se nepřátelé dostaly do jeho základny.
168 Mapa je reprezentována pomocí json souboru ulože-
169 ného lokálně u hráče. Dlaždice mapy jsou uloženy jako
170 dvourozměrné pole s čísly, kdy první číslo reprezen-
171 tuje specifickou dlaždici a druhé číslo reprezentuje
172 eulerovský úhel. Číslo dlaždice je převedeno na speci-
173 fickou dlaždici a úhel je převeden na matici rotace,
174 která zajistí rotaci dané dlaždice. Společně s mapou
175 jsou uloženy i údaje o hrané úrovni jako je například
176 počet životů a počet peněz. Dále obsahuje vektorové
177 pozice základny a bodů pro vykreslení cesty. Nakonec
178 obsahuje předem definované údaje o vlnách a nepřá-
179 telích.

180 Věže hráče mají dosah dostřelu. Pokud jednotka
181 vstoupí do okruhu dostřelu tak věž začne střílet. Pasti
182 pouze mají nastavenou kolizi na střet s nepřítelem.

183 Hráč také cvičí své vlastní jednotky, tyto jednotky

⁶Tile neboli dlaždice, označuje většinou čtverec 1x1 uložený v mřížce pro pokládání věží.

184 mají spawner⁷ v základně hráče jdou směrem k nepřá-
185 telskému spawneru, kde drží linii a brání nepřítelem
186 projít. Pokud je na mapě více cest, jednotky cyklicky
187 mění cestu, po které půjdou.

188 Každá vlna nepřátel má vlastní spawner manager,
189 který určuje jaký typ nepřítele se má objevit, kolik jich
190 má být a po jaké cestě mají jít. Podle toho kolik je na
191 mapě cest, podle toho je vytvořen i odpovídající počet
192 instancí spawner managerů pro každou cestu. Objektu
193 je předána pozice, kde se jednotka má objevit. Také
194 je objektu předáno pole s body určující cestu pohybu
195 jednotky.

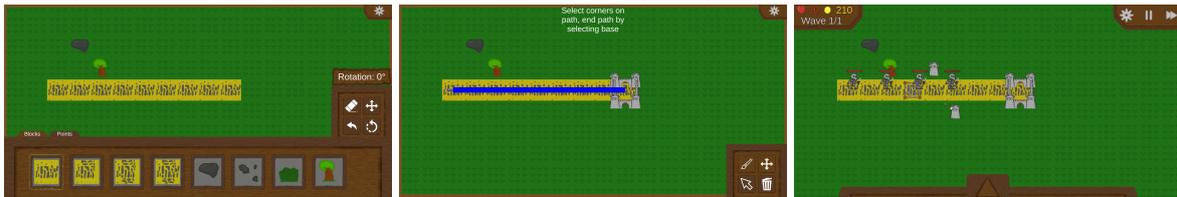
196 Každá postava se liší několika vlastnostmi jako
197 počtem životů, či rychlostí. Některé postavy mají
198 i speciální schopnosti. Postavy mají několik vrstev
199 a mají různé animace jako animaci chůze a útoku.
200 Postavy mají i unikátní vlastnosti, například beranidla
201 dávají větší poškození barikádám, ale menší poškození
202 jednotkám. Debuffy u jednotek jsou implementovány
203 přidáním nového objektu k jednotce. Tento debuff ob-
204 jekt obsahuje informace o velikosti poškození a době
205 trvání poškození.

206 Nepřátelská kampaň je pouze obyčejná kampaň
207 s již před připravenými věžmi. Hráči se také přepne
208 nákupové menu na menu s jednotkami nepřítelů, které
209 poté posílá.

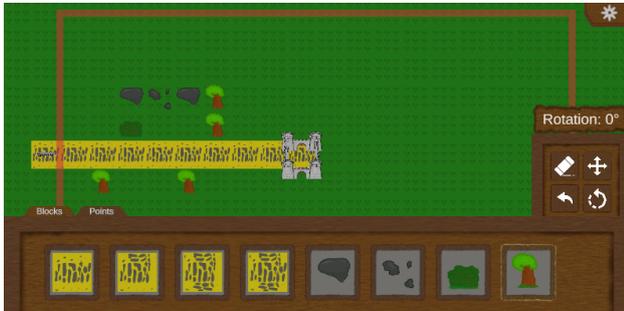
210 Endless mód⁷ je speciální mód, obsahující úrovně,
211 které se dají hrát do nekonečna. Uživatel se tak v
212 nich může neustále zlepšovat. Endless mód si ukládá
213 statistiky o maximální dosažené vlně a skóre, kterého
214 uživatel dosáhl. Skóre je vypočítáno ze zabitých nepřá-
215 tel, maximální dosažené vlny a ze ztracených životů
216 za vlnu. Po skončení vlny je skóre vynásobeno desíti
217 a přičteno ke zbytku. Vlny jsou předem definované,
218 aby se v nich hráč mohl zlepšovat, ale každá vlna je
219 těžší a těžší. Každou druhou vlnu je zvýšená rychlost
220 spawnování a každou třetí vlnu je zvýšen počet nepřátel.
221 Každou pátou vlnu pak přibude nový druh nepřítele a
222 následně se mezi sebou různé typy nepřátel různě pro-
223 házují dokud nezůstane jen ten nejsilnější typ. Každou
224 druhou vlnu od dvacáté vlny začnou jezdit beranidla.

225 Objekty jsou uloženy ve struktuře pro opětovné
226 použití, která se nazývá object-pool [14]. Při hraní se
227 na herní obrazovce objevují nové objekty například
228 nepřátelů nebo projektilů. Tyto objekty jsou uloženy ve
229 zmíněné struktuře. Objekty se nezničí, ale pouze deak-
230 tivují s výchozími atributy. Následný objekt stejného
231 typu se nevytváří, ale jeho hodnoty se přiřadí deak-
232 tivovanému objektu, který se následně aktivuje. Pokud
233 žádný deaktivovaný prvek stejného typu neexistuje,
234 tak až tehdy se vytvoří nová instance.

⁷Spawner je místo, kde se objevují nepřátelé.



Obrázek 8. Tři na sobě poskládaná vrstvy mapy. První vrstva Tilemapa, druhá vrstva path pointy, třetí vrstva objekty.



Obrázek 9. Tvorba map v editoru

zadá parametry jako je například počet začátečních životů a peněz. Následně název mapy a výsledná mapa je publikována. Mapa je lokálně uložena v zařízení uživatele v json formátu.



Obrázek 11. Publikace mapy v editoru

235 3.3 Editor

236 Editor nebo modding tools je již skoro nedílnou sou-
237 částí videoher. Pokud je hra dobrá, je prakticky možné
238 díky těmto nástrojům zajistit nesmrtnost hry. Obsah
239 pak do této hry tvoří samotní hráči. Má implementace
240 editoru je rozdělena na čtyři sekvenční části.

241 V první části editoru 9 si uživatel vybírá dlaždice a
242 rozmisťuje je po mapě. Také pokládá na mapu objekty
243 jako spawnery a základnu. Uživatel má k dispozici
244 klasické nástroje jako gumu, posun, undo, rotace.

245 Po vytvoření mapy uživatel může vytvořit cestu
246 od spawneru do základny za pomoci pokládání bodů
247 na cestu 10. Body, které tvoří cestu, jsou spojeny
248 barevnou čarou. Této čáře je přidána kolize pomocí
249 polygonů. Jelikož cesta může být pouze vertikální
250 nebo horizontální tak výpočet umístění polygonů není
251 příliš náročný. Polygony se rozmístí se šířkou čáry
252 mezi body definující čáru.



Obrázek 10. Tvorba cest v editoru

253 Po vytvoření cesty uživatel může přejít do módu
254 vytváření vln, kde uživatel přidá vlnu, vybere cestu
255 a následně se mu zobrazí meny, kde si nastaví jaké
256 nepřátele chce na této cestě v tuto specifickou vlnu.

257 Poslední fáze je publikování mapy 11, kdy uživatel

4. Hráč

Hráč má přístup z menu, ke svým statistikám, které jsou propojené s profilem. Statistiku hráče obsahují údaje o postupu v kampani a o počtu odemčených věží. Statistiku pro endless mód jsou obsaženy v samotném tlačítku.

Postup hráče společně se statistikami se ukládá do lokálního json souboru. V online módu je tento postup načten z Google Play účtu.

Hráč má také přístup k nastavení. V nastavení je možnost nastavit hlasitost hudby nebo rychlo přiblížování a oddalování na mobilním zařízení. Také pomocí nastavení lze měnit určité herní mechaniky, pokud výchozí nastavení hráči nevyhovuje. Hráč může změnit styl položení věže, zda chce věž položit před vybráním dlaždice nebo po vybrání dlaždice. Je tu také možnost automatického vysouvání nákupovacího menu a přeskocení pauzy mezi vlnami. Nastavení hry je lokálně uloženo u uživatele v json formátu.

5. Dodatečné soubory a instalace

Jak bylo zmíněno, statistiku hráče a nastavení jsou uloženy lokálně u uživatele. Pro mobilní zařízení s operačním systémem android se nachází ve složce Android/data/ID. Id aplikací na zařízeních android se pojmenovávají podle této předlohy *com.example.myapplication*. Přičemž *example* obvykle značí vydavatele. Tuto hru lze tedy najít pod názvem *cz.stealthwagon.SkelsTD*[15].

289 Při instalaci aplikace se v této složce vytvoří do-
290 datečné. Mezi tyto soubory patří statistiky hráče, nas-
291 tavení, verze hry, atributy věží, atributy nepřátel a
292 reprezentace mapy. Všechny tyto soubory jsou typu
293 json. Při změně verze a aktualizace aplikace jsou
294 všechny tyto soubory aktualizovány a případně nain-
295 stalovány nové soubory. Hráčské statistiky a postup
296 hráče zůstává bezezměny.

297 6. Testování

298 Testování aplikace proběhlo před nahráním aplikace na
299 google play. Prvního dubna byla rozeslána beta verze
300 aplikace několika lidem pro testování. Všechny tyto
301 lidi jsem znal osobně a i přesto dokázali poskytnout
302 konstruktivní kritiku. Bylo objeveno několik chyb a
303 doporučili pár možností jak hru vylepšit. Až na malé
304 nedostatky byla hra přijata dobře.

305 7. Google play

306 Google play je obchod s aplikacemi pro mobilní zaří-
307 zení se systémem android. Pro nahrání aplikace na
308 google play je nutné vytvořit si vývojářský účet, za
309 který se platí jednorázový poplatek \$ 25. Při vytváření
310 účtu je možnost vybrat účet určený pro firmy nebo
311 amatéry. Na oba typy účtů je možné nahrát neomezené
312 množství aplikací, které mohou vydělávat peníze ať už
313 pomocí reklam nebo jinou formou zpoplatnění. Od 2.
314 srpna 2021 je nutné, aby nově nahrané aplikace byly
315 tvořeny pro API úroveň 30, tedy pro mobilní zařízení
316 se systémem Android verze 11[16][17]. Při nahrávání ap-
317 likace je nutné vyplnit několik otázek, které následně
318 určí pro jaké věkové kategorie je hra dostupná a ve
319 kterých zemích je dostupná. Po vyplnění a úspěšném
320 nahrání se čeká na schválení aplikace.

321 Hra vyjde na Google play v květnu 2022. Bude
322 ji možné najít pod jménem Skels TD s uvedeným
323 vývojářem Stealt Wagon a kontaktem Filip Václavík.

324 8. Závěr

325 Finálním produktem je mobilní tower defense hra na
326 adroid zařízení. Hra obsahuje kampaň, nepřátelskou
327 kampaň a endless mód. Hra je převážně pro jednoho
328 hráče, ale mapy vytvořené v editoru se dají sdílet s
329 ostatními hráči.

330 Do hry byli přidány prvky napravující nedostatky
331 her na současném trhu s mobilními hrami a přidány
332 dodatečné elementy jako hraní za opačnou stranu.

333 Do hry je možné nadále přidat více nových úrovní
334 a přidat nových objektů jako věží a nepřítel s unikátními
335 elementy. Je zde také možnost vylepšit grafický de-
336 sign hry tyto objekty předělat z 2D na 3D. Hra má

mnoho potenciálu. Pro nepřátelskou kampaň je možné 337
vytvořit speciální AI, které bude reagovat na hráče. 338
Hra může být obohacena o režim více hráčů a globální 339
statistiky. 340

Poděkování 341

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu panu 342
Ing. Tomášovi Miletovi za jeho ochotu a pomoc při 343
vedení této práce. 344

Literatura 345

- [1] Tomáš Šulc. Vývoj technologií počítačových her 346
— první díl — kapitola 3. blogpost (czech), Aug 347
2011. [https://pctuning.cz/article/](https://pctuning.cz/article/vyvoj-technologii-pocitacovych-her-prvni-chapter=3) 348
[vyvoj-technologii-pocitacovych-her-prvni-](https://pctuning.cz/article/vyvoj-technologii-pocitacovych-her-prvni-chapter=3) 349
[chapter=3.](https://pctuning.cz/article/vyvoj-technologii-pocitacovych-her-prvni-chapter=3) 350
- [2] Nicolas Esposito. A short and simple def- 351
inition of what a videogame is. blogpost 352
(english), May 2020. [https://www.](https://www.utc.fr/~nesposit/publications/esposito2005definition.pdf) 353
[utc.fr/~nesposit/publications/](https://www.utc.fr/~nesposit/publications/esposito2005definition.pdf) 354
[esposito2005definition.pdf.](https://www.utc.fr/~nesposit/publications/esposito2005definition.pdf) 355
- [3] Unity Technologies. Coding in c# in 356
unity for beginners. manual (english), 357
2022. [https://unity.com/how-to/](https://unity.com/how-to/learning-c-sharp-unity-beginners) 358
[learning-c-sharp-unity-beginners.](https://unity.com/how-to/learning-c-sharp-unity-beginners) 359
- [4] Unity Technologies. Unity user manual 360
2020.3 (Its). manual (english), Feb 2022. 361
[https://docs.unity3d.com/Manual/](https://docs.unity3d.com/Manual/index.html) 362
[index.html.](https://docs.unity3d.com/Manual/index.html) 363
- [5] ctamas. Understanding tower defense games. 364
blogpost (english), March 2010. [https://](https://www.loopinsight.com/2010/03/30/understanding-tower-defense-games/) 365
[www.loopinsight.com/2010/03/30/](https://www.loopinsight.com/2010/03/30/understanding-tower-defense-games/) 366
[understanding-tower-defense-games/](https://www.loopinsight.com/2010/03/30/understanding-tower-defense-games/) 367
- [6] Angela He. From zero to game designer: 368
how to start building video games even 369
if you don't have any experience. blog- 370
post (english), June 2018. [https:](https://www.freecodecamp.org/news/from-zero-to-game-designer-how-to-start-) 371
[//www.freecodecamp.org/news/](https://www.freecodecamp.org/news/from-zero-to-game-designer-how-to-start-) 372
[from-zero-to-game-designer-how-to-start-](https://www.freecodecamp.org/news/from-zero-to-game-designer-how-to-start-) 373
- [7] Daniel Buckley. How to make a game – a guide 374
to making video games. blogpost (english), Feb 375
2022. [https://gamedevacademy.org/](https://gamedevacademy.org/how-to-make-a-game/) 376
[how-to-make-a-game/.](https://gamedevacademy.org/how-to-make-a-game/) 377
- [8] Inc. Nival, Nival Interactive. Defend- 378
ers2. mobile game (english), Nov 379
2018. [https://play.google.com/](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nival.pwdefenders2&hl=cs&gl=US) 380
[store/apps/details?id=com.nival.](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nival.pwdefenders2&hl=cs&gl=US) 381
[pwdefenders2&hl=cs&gl=US.](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nival.pwdefenders2&hl=cs&gl=US) 382

- 383 [9] Brittany Anas. The designer's guide to
384 aspect ratios. blogpost (english), Oct
385 2020. [https://www.invisionapp.com/
386 inside-design/aspect-ratio/](https://www.invisionapp.com/inside-design/aspect-ratio/).
- 387 [10] Binary Punch. Tactical war: Tower defense
388 game. mobile game (english), Aug 2021.
389 [https://play.google.com/store/
390 apps/details?id=com.magenta.
391 TacticDefense&hl=en_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.magenta.TacticDefense&hl=en_US&gl=US).
- 392 [11] Ninja Kiwi. Bloonstd6. video game (english),
393 June 2018. [https://play.google.
394 com/store/apps/details?id=com.
395 ninjakiwi.bloonstd6&hl=cs&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ninjakiwi.bloonstd6&hl=cs&gl=US).
- 396 [12] Will Fanguy. How to make your first wire-
397 frame (+ video!). blogpost (english), Nov
398 2019. [https://www.invisionapp.com/
399 inside-design/how-to-wireframe/](https://www.invisionapp.com/inside-design/how-to-wireframe/).
- 400 [13] Sean Duffy. Introduction to the new unity 2d
401 tilemap system. blogpost (english), April 2018.
402 [https://www.raywenderlich.com/
403 23-introduction-to-the-new-unity-2d-tilemap-system](https://www.raywenderlich.com/23-introduction-to-the-new-unity-2d-tilemap-system).
- 404 [14] Mark Placzek. Object pooling in
405 unity. blogpost (english), Nov 2016.
406 [https://www.raywenderlich.com/
407 847-object-pooling-in-unity](https://www.raywenderlich.com/847-object-pooling-in-unity).
- 408 [15] Google Developers. Configure the app module.
409 documentation (english), 2022. [https:
410 //developer.android.com/studio/
411 build/configure-app-module](https://developer.android.com/studio/build/configure-app-module).
- 412 [16] Google Developers. Meet google play's
413 target api level requirement. docu-
414 mentation (english), 2022. [https:
415 //developer.android.com/google/
416 play/requirements/target-sdk](https://developer.android.com/google/play/requirements/target-sdk).
- 417 [17] CHRIS HOFFMAN. What is an api, and how do
418 developers use them? blogpost (english), Aug
419 2021. [https://www.howtogeek.com/
420 343877/what-is-an-api/](https://www.howtogeek.com/343877/what-is-an-api/).