Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informatiky a kvantitativních metod

Vývoj počítačových her v enginu Unity

Bakalářská práce

Autor: Dominik Kolouch
Studijní obor: Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: Ing. Jakub Beneš

Hradec Králové Duben 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 20.4.2023 *Dominik Kolouch*

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubovi Benešovi za metodické vedení práce, odborné rady a vstřícný přístup. Dále děkuji Michaelu Kraveckému za poskytnuté konzultace a umělecké materiály.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá vývojem počítačových her. Cílem práce je prozkoumat a přiblížit čtenáři proces vývoje počítačových her a jeho historii. Od návrhu designu a levelů hry, přes samotný vývoj až po následné vydání hry na existující platformu pro digitální publikaci her a následné testování hry. Dále porovnat vybrané dostupné herní enginy podle daných kritérií. V praktické části práce pak popsat vybrané funkce Unity užité pro vývoj 2D roguelike hry, včetně procedurálního generování světa v Unity enginu za pomoci programu Visual Studio včetně ukázek kódu jednotlivých scriptů a objektů. Zároveň vytvoření dokumentu herního designu za použití poznatků z teoretické části práce.

Annotation

Title: **Development of computer games in the Unity engine**

The bachelor thesis deals with the development of computer games. The aim of the bachelor thesis is to explore and introduce the reader to the process of computer game development and its history. From game design and level design, through development, to the subsequent release of the game on existing digital publishing platforms and subsequent playtesting. Furthermore, to compare selected available game engines according to selected criteria. Then, in the practical part of the thesis, describe selected Unity features used for the development of a 2D roguelike game, including procedural world generation in the Unity engine using Visual Studio, including code samples of individual scripts and objects. At the same time create a game design document using the knowledge from the theoretical part of the thesis.

Obsah

1 Úvod 1
2 Cíl práce a metodika 2
2.1 Historie 3
3 Herní design 4
3.1 Dokument herního designu (GDD) 4
3.2 Hratelnost 4
3.2.1 Principy směru 4
3.2.2 Principy chování 5
3.2.3 Princip prostředí 6
3.3 Herní mechanismy 6
3.3.1 Prostor 6
3.3.2 Objekty, atributy a stav 8
3.3.3 Akce 9
3.3.4 Pravidla 10
3.3.5 Dovednosti 13
3.3.6 Šance 14
3.4 Level design 15
3.4.1 Rozdělení typu level designu 17
3.4.2 Level flow 21
3.4.3 Design objektů 24
3.5 Design nepřátel 25
3.5.1 Design bossů 28
3.6 Procedurální generování 29
3.6.1 Typy procedurálního generování map 30
4 Herní enginy 33
4.1 Unity Engine 33
4.2 Godot Engine 34
4.3 Unreal Engine 34

4.4 Porovnání 34
5 Praktická část – Vývoj hry v Unity Enginu 35
5.1 Implementace GDD 35
5.1.1 Základní informace 35
5.1.2 Hratelnost a mechaniky 36
5.1.3 Levely 37
5.1.4 Interface 37
5.1.5 AI 37
5.2 Vývoj hry 38
5.2.1 GameObject 38
5.2.2 Kamera 45
5.2.3 Animator 48
5.2.4 Vytváření levelu 49
5.2.5 Testování 51
6 Shrnutí výsledků 52
7 Závěry a doporučení 53
8 Seznam použité literatury 54

Seznam obrázků

Obrázek 1 Diskrétní prostor piškvorek, převzato [3] 7
Obrázek 2 Virtuální prostory pro hru 20 otázek, převzato [3], přeloženo 8
Obrázek 3 Informace o stavech, převzato [3], přeloženo 9
Obrázek 4 Diagram pravidel, převzato [3], přeloženo 11
Obrázek 5 Plánek podzemních sklepů do hry DND, Michael Kraveckyj 16
Obrázek 6 „Mysterious tunnels“, Příklad „Alley“ level designu, Michael Kraveckyj 17
Obrázek 7 „Velvevelkyr“, Příklad „Island“ level designu, Michael Kraveckyj 18
Obrázek 8 Příklad „Path“ level designu, Michael Kraveckyj 19
Obrázek 9 Příklad „Hub“ Level designu, Michael Kraveckyj 20
Obrázek 10 Porovnání dvou cest [19], Andrew Yoder 22
Obrázek 11 Příklad „Critical path“, Michael Kraveckyj 23
Obrázek 12 Typ nepřítele se střelbou, Vojtěch Košťál 26
Obrázek 13 Typ nepřítele Burrower, Vojtěch Košťál 26
Obrázek 14 Typ nepřítele s teleportací, Vojtěch Košťál 27
Obrázek 15 Typ nepřítele s blokováním, Vojtěch Košťál 27
Obrázek 16 Výsledek generování Simple Room-Placement 30
Obrázek 17 Výsledek generování místností s binárním rozdělením prostoru 31
Obrázek 18 Výsledek generování místností pomocí celulárního automatu, [33] 32
Obrázek 19 Ukázka GameObject „LevelExit“ 38
Obrázek 20 Ukázka objektu krabice (Breakable) 39
Obrázek 21 Ukázka nepřítele Skeleton 41
Obrázek 22 Ukázka komponenty script u nepřítele 42
Obrázek 23 Ukázka vzhledu a sekvence bosse 43
Obrázek 24 Propojení kamer scény a ovládacích scriptů 46
Obrázek 25 Kamera minimapy a hlavní kamera 46
Obrázek 26 Použtí BigMap camery 47
Obrázek 27 Řídící body pro animaci chůze hráče 48
Obrázek 28 Ukázka animace kotoulu 48
Obrázek 29 Editor středu místnosti 49

Seznam tabulek

Tabulka 1 Subjektivní porovnání herních enginů podle vybraných kritérií 35
Tabulka 2 Zpětná vazba ke hře a její řešení 51

Seznam ukázek kódu

Ukázka kódu 1 Kód pro obsluhu zničení Breakable objektu 40
Ukázka kódu 2 Chování nepřítele "Wanderer" 42
Ukázka kódu 3 Přepnutí sekvence podle aktuálních životů nepřítele 44
Ukázka kódu 4 Akce v sekvenci, vyvolání dalších nepřátel bossem 44
Ukázka kódu 5 Akce v sekvenci, při které nepřítel má střílet 44
Ukázka kódu 6 Kód pro aktivaci BigMap camery 47
Ukázka kódu 7 Kód pro umístění bodu speciální místnosti „obchod“ 50
Ukázka kódu 8 Kód pro vygenerování speciální místnosti „místnost se zbraní“ 50
Ukázka kódu 9 Kód upraveného switch case pro posun generačního bodu 50

1 Úvod

Téměř všichni lidé z vyspělých zemí se již setkali s pojmy jako počítačová hra nebo videohra. [6, 7, 8] Počítače jsou dnes součástí téměř každého domova. Herní průmysl se stále více dostává do povědomí veřejnosti. Tvorba her se také čím dál více objevuje ve výuce na střední a vysokých školách. V současné době se vývoj her vyučuje na několika vysokých školách v České republice, například na ČVUT v Praze a Univerzitě Karlově v Praze, a také v zahraničí, například na IT univerzitě v Kodani v Německu a na Bournemouth University v Bournemouthu. O IT obor se zajímá stále více lidí. V České republice mezi významné herní vývojářské společnosti patří Warhorse, lidé ze společností 2K Czech a Illusion Softworks. Většina společností spolupracuje se školami, kde se snaží najít nové zaměstnance, ale kvůli nedostatku lidí a zájmu o herní odvětví, jsou nuceni zaměstnávat lidi ze zahraničí. Vývoj her není ztrátou času, umožňuje vývojáři zdokonalit své programátorské dovednosti, které jsou na dnešním trhu práce velmi ceněné, a do budoucna se očekává, že se informační technologie budou nadále rozšiřovat a pronikat do dalších odvětví.

První část bakalářské práce se zabývá historií vývoje počítačových her. V další části se pojednává o herním designu a jeho nejdůležitějších částech, jako je hratelnost, herní mechaniky, designem levelů, nepřátel a generováním levelů. Tématu herního designu se věnuje Jesse Schell v knize The Art of Game Design A Book of Lenses [3], která se skládá ze samotných principů herního designu a level designu.

Třetí část pojednává o vybraných dostupných herních enginech a jejich vlastnostech. Dochází k jejich porovnání a na základě výsledku k výběru enginu pro vývoj 2D hry v praktické části.

Závěrečná část shrnuje praktickou stránku práce. Je zde implementován dokument herního designu, který slouží jako návrh hry. Jsou zde vysvětleny základní pojmy a princip fungování prvků Unity včetně příkladů, jak byly použity ve výsledné hře. Součástí práce je vytvoření 2D hry od samého začátku ve vybraném enginu a následně úprava hry podle obdržené zpětné vazby.

2 Cíl práce a metodika

Cílem práce je představit proces vývoje her a napomoci tak lepší orientaci ve vývoji. Úkolem práce je popsat jednotlivé části herního vývoje. Zkoumá problematiku herního návrhu a prostoru, včetně návrhu a implementace dokumentu herního návrhu. Zabývá se také porovnáním populárních herních technologií, jako je Unreal Engine, Godot Engine a Unity Engine. Součástí práce je praktická část založená na vlastním reálném příkladu v podobě 2D hry, která zároveň tvoří praktický projekt této práce.

2.1 Historie

První videohry byly vytvořeny v 50. letech 20. století. Rané videohry měly velký úspěch i přes to, že měly velmi jednoduchou nebo žádnou grafiku a zobrazovaly se na černobílých obrazovkách osciloskopu. Mezi první hry patří OXO, Spacewar! a Collosal Cave. V roce 1971 vytvořili budoucí zakladatelé Atari, Ted Dabney a Nolan Bushnell, první arkádovou hru Computer Space. Pro první hry se využívala vektorová grafika a později rastrová, což vedlo k ikonickým hrám jako Pac-Man a Donkey Kong. V 80. letech dominovaly herní scéně arkádové hry, avšak v 90. letech začalo odvětví arkádových her upadat, a nakonec koncerny zkrachovaly a mnoho a mnoho tehdejších konzolí skončilo v rukou sběratelů. [12] V té době vyšly The Legend of Zelda (1991), Super Mario World (1990) a Moral Kombat (1992). Ty se staly kultovními hrami a inspirovaly moderní videohry. Zároveň vyšly první kapesní herní konzole od Nintenda, The Game Boy. Další generací konzolí se staly konzole Sony PlayStation, Nintendo GameCube a Microsoft Xbox. V roce 2012 zažil velký rozkvět i průmysl v mobilních hrách díky hře Angry Birds, která vydělala přes 200 miliónů dolarů. [29] V dnešní době se nejprodávanější hrou všech dob stal Minecraft, sandbox (hráč si určuje sám cíl hry), hra vyvinuta společností Mojang, kterou následně koupila společnost Microsoft. Jeho hranaty 3D svět vedl k uznání kritiků. Minecraft byl vydán v roce 2011 a prodal více než 238 miliónů kopií. [27] V roce 2023 bylo téměř 170 miliónů aktivních hráčů měsíčně. [28] Další z novodobých populárních her je Grand Theft Auto (GTA), vytvořený Rockstar Games. Hra s kriminální tématikou a poprvé byla hra ze série vydaná v roce 1997 a její značka je pořád velmi silná. [27]

3 Herní design

Herní design je obor, který se zabývá návrhem herních prvků, jako jsou mechaniky, pravidla, prostředí a interakce, které jsou využívány k vytvoření hry pro zábavu nebo pro vzdělávání, cvičení nebo experimentování. Je to umění spojení designu a estetiky, které umožňuje vytvořit hru, která bude pro hráče zajímavá a zábavná.[1] Za hlavní body herního designu lze určit hratelnost, mechaniky hry, level design a samotné budování hráčského prožitku, který je u her velmi důležitý.

3.1 Dokument herního designu (GDD)

Game design dokument je slovní popis, podle kterého je vytvořena výsledná hra. Každý jeden detail by měl být zaznamenán. Pokud vývoj hry probíhá ve větších týmech a je časově náročný, tím důležitějším se GDD stává. Do GDD se zapisují všechny možné informace, včetně těch, které se do výsledného produktu neimplementují.

3.2 Hratelnost

Hratelnost definuje mechaniky, pravidla a interakce, které budují zážitek z hraní počítačových her. Obsahuje elementy jako je ovládání, objekty zájmu, výzvy a zpětnou vazbu pro hráče. Hratelnost je v herním designu kriticky důležitou součástí budování zážitku ze hry, a proto je na ni velmi často zaměřený vývoj a testování. Hratelnost můžeme rozdělit do několika principů.

3.2.1 Principy směru

První tři zásady se zabývají vedením a usměrňováním hráčova zážitku. Ačkoli je toto médium z velké části založeno na osobním interaktivním objevování, stále se jedná o uměleckou formu. Stejně jako obraz vede oko, kniha vede představivost a film vede vyprávění, musí i hra vést interaktivitu, jelikož hráčovu pozornost může zaujmout cokoli. [2]

Bod zájmu

Hráč by neměl být nucen hádat, na co by se měl zaměřit, zároveň musí být hráči umožněno soustředit se i na jiné oblasti hry. Úkolem designera je stanovit primární zaměření.[2]

Očekávání

Hráč by měl být včas informovaný, že se něco stane. Při návrhu by mělo být vždy zohledněné očekávání. Například včasným zvukovým efektem před příjezdem vlaku.[2]

Oznámení změn

Je nutné hráče informovat o změnách, tento krok probíhá mezi očekáváním a samotnou událostí. Krok by se měl řídit stupněm vzácnosti, pokud se některá změna vyskytne stokrát za hodinu, nemusí být nutné ji oznamovat. Pokud dochází ke změně jednou za celou dobu herního zážitku, měla by být oznámena, například řadou vizuálních upozornění.[2]

3.2.2 Principy chování

Další čtyři principy pojednávají o velmi důležitém aspektu chování hry. Zabývají se očekáváním hráče, jak těmi vědomými, tak těmi nevědomými. Běžně se zde rozebírají aspekty návrhu, jako jsou volby hráče, odměny apod. Principy chování lze aplikovat na další typy designu jako je uživatelské rozhraní nebo příběh hry. [2]

Přijatelnost událostí a chování

Každá událost, chování, akce, reakce, emoce a sdělení musí být v souladu s logikou a očekáváním hráče a musí vyhovět podvědomému testu přijatelnosti hráče. [2]

Překrývající se události a chování

Důležitým aspektem je nalézt správné množství událostí, které se mají vyskytnout v daném časovém okamžiku. [2]

Fyzika

Primární logika hráče se soustředí na známe principy fyziky, jako je gravitace, hmotnost, síla, pružnost atd. Principy fyziky by měly být použity jako základ, ale neměly by nutně být limitem. [2]

Zvuky

Zvuky jsou klíčovými prvky v designu her, protože pomáhají vytvořit atmosféru, umožňují hráčům se lépe orientovat a dávají jim informace o dění ve hře. Zvuky také poskytují emoční vyjádření a podporují narativní zážitek.[2] Zvuková zpětná vazba má klíčový význam pro vytváření mentálního spojení mezi hráčem a zvuky, které jsou produkovány v reakci na akce hráče. Díky tomu hráč může vnímat zvuky jako své vlastní a vložit se do postavy a do světa hry. Kvalitní

zvuková zpětná vazba umožňuje hráči okamžitou reakci na jeho akce a vytváří silnou citovou vazbu mezi hráčem a postavami ve hře. Bez dostatečné zvukové zpětné vazby nebo s příliš velkým zpožděním může hráč ztratit zájem a nedokáže se do hry zcela vložit. [10]

3.2.3 Princip prostředí

Je nutné rozeznat vztahy mezi prvky, uvědomit si, kolik je prostoru na obrazovce. a zvážit dopady změn. Při velkém počtu objektů na obrazovce může dojít k chybnému pohybu a celkově ke špatnému dojmu ze hry. [2]

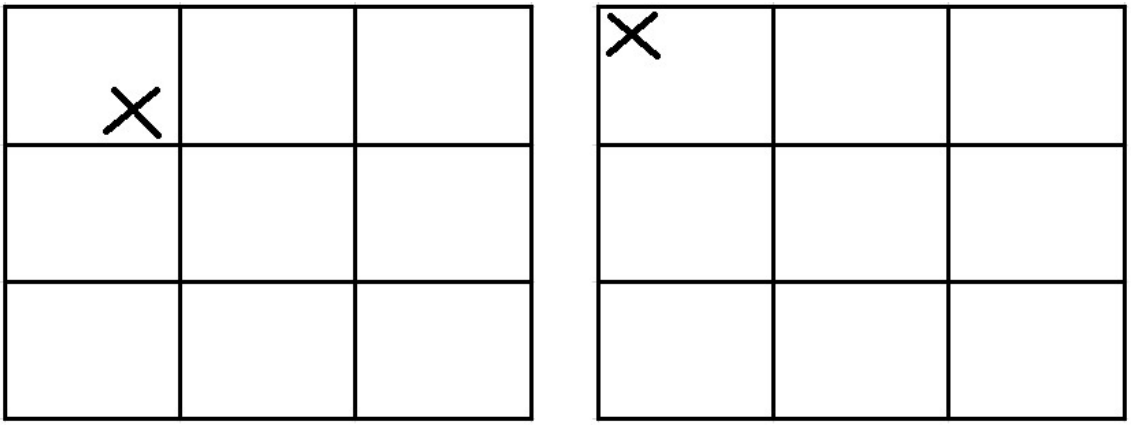
3.3 Herní mechanismy

Herní mechanismy jsou základem her, jsou to interakce a vztahy, které zůstávají, když se odstraní všechna estetika, technologie a příběh. I když existuje mnoho jiných prvků v herním designu, není pro mechaniky obecně uznávaná taxonomie. Důvodem je, že herní mechaniky, i u jednoduchých her, jsou poměrně složité a těžko rozebíratelné. Pokusy o zjednodušení těchto složitých mechanik až k dokonalosti jsou velmi náročné a vedou k matematickému pochopení, které je neúplné. [3] Nejsnadnější způsob, jak pochopit, co to jsou herní mechaniky, je možno na příkladu jednoduché hry jako je Tetris. Jednu z nejoblíbenějších a nejznámějších her všech dob. Tetris lze rozdělit na čtyři hlavní herní mechanismy:[4]

1. Systém otáčení: Určuje, v jaké pozici se tetromina (geometrický útvar složený ze čtyř čtverců) objevují a otáčejí.
2. Náhodný výběr: Pořadí, v jakém se typy tetromin objevují.
3. Systém bodování: Vyčištěné řady získávají hráči body.
4. Pohyb: Mechanika umožňující hráči měnit polohu tetromina, včetně rotace.

3.3.1 Prostor

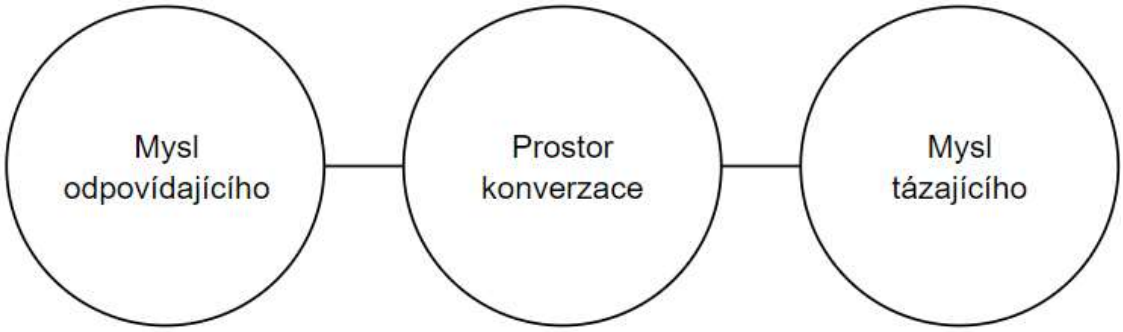
Většina her se odehrává v prostoru definovaném hrou, který lze dále rozdělit na diskrétní a kontinuální. Příkladem diskrétního prostoru může být desková hra, jako jsou piškvorky. Každý bod uvnitř čtverce má stejnou hodnotu, zajímá nás pouze hranice.



Obrázek 1 Diskrétní prostor piškvorek, převzato [3]

V FPS hrách však s velkou pravděpodobností bude použit kontinuální prostor. To, kde postava v souvislém prostoru stojí nebo je v pohybu, bude mít vliv na výstřely, které postava vypálí na protivníka. Ve spojitém prostoru mají malé rozdíly v umístění velký vliv na to, jak se hraje, což platí zejména pro hry v kontinuálním prostoru jako je kulečník. Je důležité také přemýšlet o souvislostech mezi různými prostory ve hře. Příklad šachovnice, kde je určené, jak jsou políčka propojena, ale méně zřejmé je, že některá políčka jsou propojena různými způsoby, pokud se figurky mohou pohybovat různými způsoby. Pěšec se pohybuje dopředu, ale útočí pouze po diagonále. Střelec se pohybuje po diagonálách, věže po řadách a sloupcích. [3] Prostor pro hry lze rozdělit i podle dimenzí. 2D hry mají jednoduchou grafiku bez třetího rozměru. Na obrazovce budou ploché, bez perspektivy a umožňují pouze pohyb do čtyř stran. U 3D prostoru jde o možnost interaktivity s trojrozměrnou grafikou, lze otáčet o 360 stupňů a prohlížet z libovolného úhlu. Díky 3D lze vymodelovat realistický zážitek ve virtuálním světě. [37]

Některé prostory ve hrách jsou také vnořené, stejně jako jsou místnosti v budovách. Prostor může být také virtuální ve smyslu, že ve hře vůbec neexistuje. Takové hry jsou triviální, a příkladem může být hra „20 otázek“, kde můžeme mít za to, že využívá tři virtuální prostory. Prostor tazatele, kde promýšlí otázku a odpověď. Prostor odpovídajícího, kde vytváří odpovědi a herní prostor, kde se kladou a odpovídá na otázky.



Obrázek 2 Virtuální prostory pro hru 20 otázek, převzato [3], přeloženo

Při navržení prostoru hry je tedy nutné odpovědět na otázky, jestli se jedná o diskrétní nebo kontinuální prostor, jaké jsou hranice, jestli se zde nachází vnořené prostory a jak jsou prostory propojeny.[3]

3.3.2 Objekty, atributy a stav

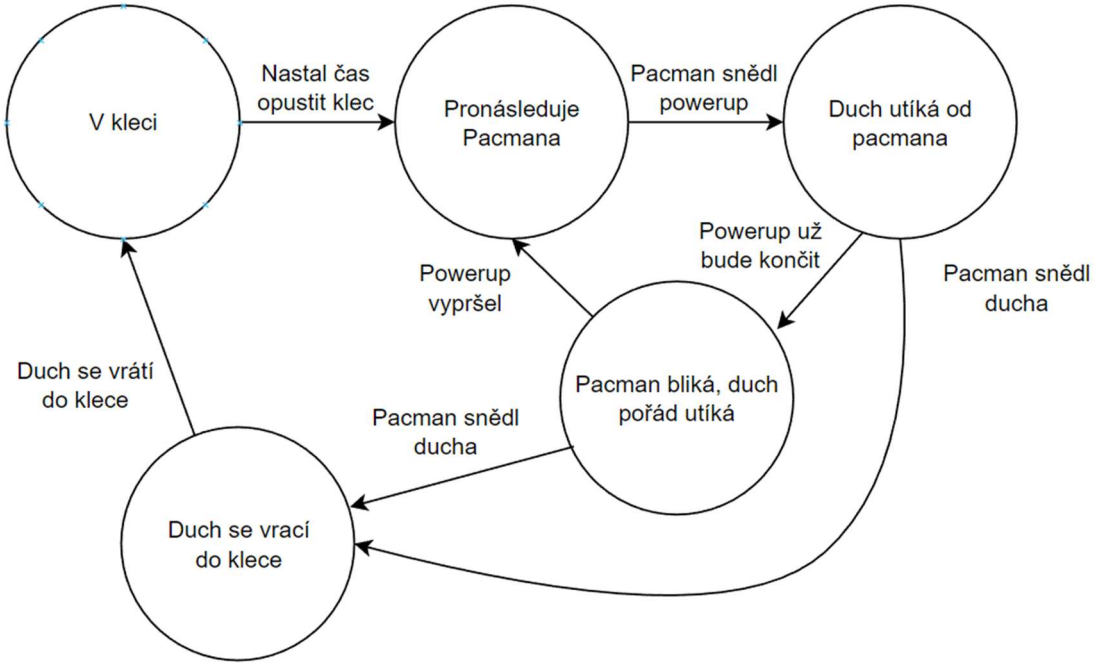
Objekty obsažené ve hře jsou další způsob, jak sledovat informace. V šachu mají figurky různé vlastnosti, které se mohou v průběhu hry měnit. Například šachová figurka může mít vlastnost „pohyb“ a ta může být buď „volná“ nebo „omezená“. Některé figurky mají vlastnosti, které ostatní nemají. Například figurka, jako je věž, může mít vlastnost „směr“ a „vzdálenost“, jejichž hodnoty jsou spojené a mohou se během hry měnit.

Je důležité však správně rozhodnout, které informace o objektech by měly být přístupné pro všechny, pouze určitým hráčům nebo skupině. Zároveň herní informace mohou být v průběhu hry odhaleny ostatním hráčům, jako tomu je při hře „Lodě“, kde dochází k postupnému odhalování herní mapy protihráče.

Informace podle [3] mohou být:

- Zcela veřejné – informace jsou dostupné pro všechny hráče jako v šachu.
- Sdílené mezi více hráči – hráči si mohou sdílet své informace s vybranými hráči – Age of empire uzavírání příměří, obchodní smlouvy.
- Soukromé – hráčovy karty v pokeru.
- Soukromé pro hru – například hádání hesla, hra zná správnou odpověď, ale hráč ji musí uhádnout, nebo domyslet.
- Náhodná informace – stav známých předmětů není určen, například míchání karet v balíčku. Známe karty, ale nevíme, kde se nacházejí.

Při návrhu objektů tedy musíme uvážit, jaké máme objekty ve hře, jejich vlastnosti, možné stavy, ve kterých případech dochází ke změně atributů, a kdo by o těchto informacích měl vědět.[3]



Obrázek 3 Informace o stavech, převzato [3], přeloženo

3.3.3 Akce

Jako další důležité mechaniky hry jsou akce. Existují dva způsoby, jak lze odpovědět na otázku „Co mohou hráči dělat?“ První z nich jsou operativní akce, což jsou základní akce, které mohou hráči provést v rámci hry. Například v dámě mohou hráči provést pouze tři základní operace, jako je posun dopředu, přeskočit soupeřovu dámu a v případě krále přesunout dozadu. Dalším druhem akce jsou výsledné akce, které jsou důležité zejména ve větším kontextu hry a souvisejí s tím, jak hráč využívá operativní akce, aby dosáhl cíle. Seznam výsledných akcí je obvykle delší než seznam operativních akcí a může zahrnovat například ochranu dámy před zajetím, donucení soupeře k nechtěnému skoku nebo obětování dámy k oklamání soupeře. Hrát bez záměru je jako náhodné umístění značky v piškvorkách, je to sice možné, ale pravděpodobně to nebude úspěšné ani zábavné. Jde o zábavu, je tedy jasné, že hra by měla stimulovat mysl hráče, aby mohly vznikat výsledné akce. To nás vede k poznání, že by hra měla být přizpůsobena tak, aby vytvářela emergentní akce, tedy akce, které jsou zajímavé díky svým dopadům na hru. Zmíněné akce se nazývají emergentní, protože nejsou vyžadovány pravidly, ale jsou umožněny, jelikož je hráč může shledat zajímavými, zábavnými nebo prospěšnými.

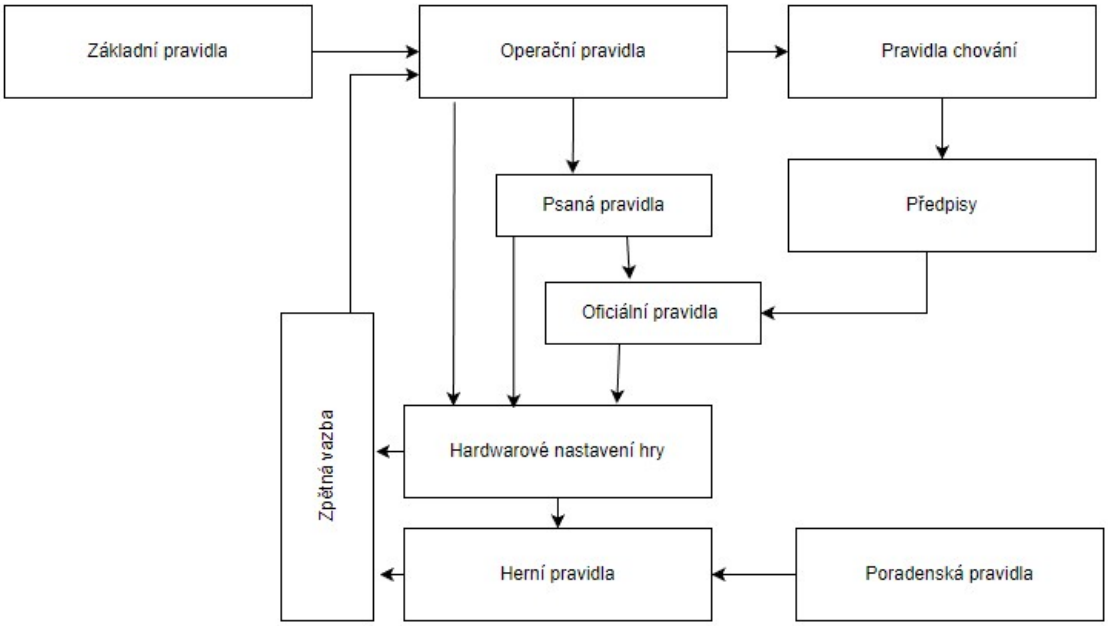
Přidáním více operativních akcí můžeme značně zvýšit možnost výskytu emergentních akcí.

Značnou zábavnost do hry přidávají i cíle, které mohou být dosaženy více různými cestami, to umožní hráči dosáhnout cíle svojí preferovanou cestou a zároveň vzroste šance nalezení nových cest a zvýší možnost, že si hráč bude chtít hru zahrát znovu jinou cestou.
Dalším způsobem je přidání více předmětů/objektů, na které se lze zaměřit. V případě her s více charaktery je předmět postava. Více charakterů vede k více druhům interakcí, což vede k více emergentním akcím. Proto je hraní her s jedním charakterem odlišné od hraní se skupinou charakterů. Emergentní hru lze ovlivnit i efekty, které plynou z vedlejších interakcí hráče. Pokud hráč provede některou z vedlejších interakcí, může to mít vliv na omezení hry, herního prostoru nebo možné akce. [3]

U návrhu akcí, aby hra byla co nejvíce zábavná, je důležité, kolik má hráč možných akcí, kolik objektů akce ovlivní, počet možných způsobů, jak může hráč dosáhnout cíle, jaké objekty může hráč ovládat a jakým způsobem ovlivňují vedlejší akce svět.
Důvodem, proč se hry podobají jedna druhé, je používání stejného souboru akcí. Hry, které jsou považovány za odvozené, mají stejný soubor akcí jako starší hry. Naopak hry, které se označují jako inovativní, poskytují hráčům nové druhy akcí. Například hra Donkey Kong byla ve své době nová kvůli běhání a skákání. Akce, které hráč může provádět, jsou klíčové pro definování herních mechanismů a změnou jedné akce lze získat úplně odlišnou hru. Velké množství designerů touží po hrách, kde by hráči mohli provádět libovolné akce. Některé masivně multiplayerové hry se začínají vydávat tímto směrem a nabízejí širokou škálu akcí pro boj, vytváření předmětů a sociální interakce. V 70-80. letech minulého století byly velmi populární textové adventury, které obvykle obsahovaly desítky nebo stovky možných akcí, ale s nástupem vizuálnějších her se počet možných akcí náhle snížil, protože nebylo možné všechny podporovat vizualizací.
Při návrhu akcí je tedy nutné promyslet, jaké akce lze a nelze dělat a proč. Jaké operativní a výsledné akce jsou k dispozici, jaké výsledné akce by designer rád viděl a jak by mohl hru upravit, aby byly možné a které hry by hráči pravděpodobně uvítali, popřípadě rozhodnout, zda tyto akce, poskytnout jako operativní nebo výsledné.[3]

3.3.4 Pravidla

Pravidla jsou nejzákladnějším mechanismem. Definují prostor, objekty, akce, následky akcí, omezení akcí a cíle. Přidávají klíčové věci, které činí hru skutečnou hrou – cíle.[3]
Pravidla digitálních her nejsou stejná jako samotný programový kód, který hru tvoří. Pravidla jsou abstraktními nástroji, která slouží k pochopení formálního uspořádání hry a nemusí být nutně přímo vyjádřena v programovém kódu. [1]



Obrázek 4 Diagram pravidel, převzato [3], přeloženo

Operační pravidla: Operační pravidla videoher nejsou zaměřena pouze na vnitřní události, ale také na vnější události hry, jako jsou vstupy hráče a výstupy hry, které vyjadřují volby a výsledky pro hráče. Stejně jako u nedigitálních her existuje nejasná hranice mezi operačními a implicitními pravidly digitálních her. [1] Operační pravidla jsou snadno pochopitelná, v podstatě "co hráči dělají, aby mohli hrát hru". Když je hráči pochopí, mohou hru hrát.[3]

Základní pravidla: Základní formální struktura hry je definována základními pravidly. Základní pravidla jsou abstraktnější a popisují matematické vyjádření stavu hry a jak a kdy se mění. Provozní pravidla jsou na druhou stranu přímočařejší a popisují, jaké akce musí hráči udělat, aby hru mohli hrát. Operační pravidlo může například stanovit, že hráč by měl hodit kostkou a nasbírat body, zatímco základní pravidlo může stanovit, že hodnota síly hráče se zvýší o náhodné číslo od 1 do 6. Základní pravidla ovlivňují operační. V současnosti však neexistuje standardní způsob, jak tato pravidla reprezentovat, a není jasné, zda je vůbec možné pro ně vytvořit úplný zápis.[3]

Pravidla chování: Pravidla chování jsou silně spjata s hratelností a většina lidí je chápe jako součást „dobrého sportovního chování“. Například při hře šachu by hráč neměl svého soupeře rozptylovat při tahu, nebo svůj tah zbytečně prodlužovat. Pravidla chování se zřídka musí explicitně stanovit, většinou je všichni znají. Fakt, že existují, podtrhuje bod, že hra je druh imaginární dohody mezi hráči. [3] Pravidlům chování se ve své eseji Unwritten rules věnuje Steven Sniderman.

Psaná pravidla: Pravidla, která přicházejí s hrou, dokument, který hráči musí přečíst, aby získali povědomí o operativních pravidlech. Samozřejmě ve skutečnosti pouze malé množství lidí tento dokument opravdu čte, většina lidí se seznámí s pravidly hry během samotného hraní. Je velmi těžké zapsat nelineární složitosti, jak se hraje, do dokumentu a stejně těžké pochopit takový dokument. Moderní videohry postupně opouštějí písemná pravidla ve prospěch toho, aby samotná hra učila hráče, jak hrát prostřednictvím interaktivních tutoriálů. Praktický přístup je mnohem účinnější, i když může být těžký a časově náročný na navržení a implementaci, protože to zahrnuje mnoho iterací, které nelze dokončit, dokud hra není ve svém konečném stavu. Každý designér hry musí mít připravenou odpověď na otázku: "Jak se budou hráči učit hrát moji hru?" Protože pokud někdo nerozumí vaší hře, tak si ji nezahraje.[3]

Předpisy: Vytváří se v případě, že hry jsou hrané v seriózních a kompetitivních prostředích a je tedy nutné vytvořit nebo upřesnit pravidla sportovního chování. Předpisy se také nazývají *Turnajová pravidla*. [3] Příkladem takové hry může být MOBA League of Legends, která se pyšní stále větší a větší oblíbeností. Pravidla mohou pro účastníky upravovat:

- Minimální věk.
- Periferie, které mohou používat.
- Zákaz některé z herních postav.
- Možnost vysílat svůj obraz (streamovat).
- Čas na jednotlivé úkony (přihlášení, potvrzení účasti, výběr vybavení…).

Oficiální pravidla: Jsou to pravidla, která vznikla z potřeby hráčů spojit psaná pravidla s předpisy. Například v šachu, když hráč ohrozí nepřátelského krále, musí svého soupeře upozornit na tuto skutečnost slovem „šach“. Dříve toto pravidlo bylo v předpisech, ale nyní je součástí oficiálních pravidlech. [3]

Poradenská pravidla: Poradenská pravidla jsou často nazývána "pravidla strategie". Jedná se pouze o tipy, jak lépe hrát, a ve skutečnosti nejsou z pohledu herního mechanismu opravdu "pravidly". [3]

House (vlastní) pravidla: Pravidla, která hráči tvoří, aby byla hra zábavnější (z jejich pohledu). Například ve hře monopoly pokaždé, když hráč projde přes políčko parkoviště, vloží na něj peníze. Hráč, který pak následně na toto políčko vstoupí, může peníze vybrat. [3] Úpravy oficiálních pravidel hry, a to buď vzájemnou dohodou mezi hráči, nebo jedním hráčem nebo skupinou hráčů v zájmu spravedlnosti, zábavy nebo rozmanitosti. [5]

Nejdůležitější pravidlo: Základem všech pravidel ve hře je objekt hry, což je v podstatě účel nebo cíl hry. Je důležité jasně stanovit cíl hry, a pokud je cílů více, jak spolu souvisí. Špatně stanovený

cíl může být pro hráče matoucí a bránit jim v radosti ze hry. Například při pokusu o vysvětlení cíle šachu nováčkovi může být vysvětlování pojmu šach a mat komplikované a nesrozumitelné. Skutečným cílem šachů je jednoduše zajmout soupeřova krále, což je jednoduchý a přímočarý koncept. Když hráči jasně chápou cíl hry, je pravděpodobnější, že si jeho dosažení představí a budou motivováni ke hře. [3]
Dobré herní cíle mají tři důležité vlastnosti:

- **Jednoznačnost:** Hráči jasně vědí, čeho mají dosáhnout.
- **Dosažitelnost:** Hráči musí vědět, že mají šanci dosáhnout cíle. Pokud se jim to zdá nemožné, rychle to vzdají.
- **Odměňování:** Proces dosažení cíle by měl být pro hráče odměňující a samotný cíl by měl být tak odměňující, jako byl hráči prezentován hrou. Čím těžší bylo dosažení cíle, tím větší by měla být odměna.

Při návrhu cílů je žádoucí zaměřit se na aspekty jako jsou hlavní cíl hry, jestli je cíl pochopen hráčem. Pokud existuje sekvence cílů, rozumí jim hráč? Jsou na sebe navázané cíle? Jsou cíle formulovány jednoznačně? Jsou cíle dosažitelné a dostatečně odměňované?

3.3.5 Dovednosti

Mechanika dovedností přesouvá pozornost ze samotné hry na hráče. Pro jakoukoli hru musí hráči používat specifické schopnosti, a pokud jejich úroveň dovedností odpovídá obtížnosti hry, zažijí pocit výzvy a budou hrát dále. Hry obvykle vyžadují od hráčů kombinaci různých dovedností a při vývoji hry je užitečné vytvořit katalog požadovaných dovedností. Tyto dovednosti mohou být rozděleny podle autorů [3, 11, 12] do několika kategorií:

- Fyzické dovednosti – zahrnují schopnosti jako síla, koordinace, obratnost a výdrž. Tyto dovednosti jsou důležité v akčních hrách, sportovních hrách a v simulátorech.
- Kognitivní dovednosti – zahrnují schopnosti, jako je pozornost, paměť, rozhodování a problémové řešení. Tyto dovednosti jsou důležité v logických hrách, strategiích a simulacích.
- Sociální dovednosti – zahrnují schopnosti jako spolupráce, týmová práce a komunikace s ostatními hráči. Tyto dovednosti jsou důležité v multiplayerových hrách a hrách s kooperativním módem.
- Technické dovednosti – zahrnují schopnosti, jako je ovládání ovladače, znalost uživatelského rozhraní a schopnost používat herní nástroje. Tyto dovednosti jsou důležité v různých typech her a mohou být specifické pro konkrétní platformy.

Reálné a virtuální dovednosti

Reálné dovednosti jsou skutečné schopnosti, které musí hráč skutečně ovládat, aby byl úspěšný ve hře. Tyto dovednosti jsou nezávislé na herním systému a zahrnují koordinaci pohybů, rychlé reakce na situace na hřišti a přesnou techniku. Na druhé straně jsou virtuální dovednosti definovány samotnou hrou a jsou spojeny s herním systémem. Tyto dovednosti mohou být založeny na reálných dovednostech, jako je koordinace pohybů v rychlé akční hře, ale mohou také být úplně virtuální, jako je schopnost ovládat určitý herní nástroj nebo znát konkrétní herní taktiky. Aby byla hra úspěšná, musí být schopna propojit reálné a virtuální dovednosti takovým způsobem, aby hráči měli pocit, že se dovednosti navzájem doplňují a že je má pod kontrolou. Hry by neměly být založeny pouze na virtuálních dovednostech, protože by to mohlo hráče odradit, když by se snažili zlepšit své skutečné schopnosti, které by mohly být potenciálně užitečné i mimo herní kontext. [11]

3.3.6 **Šance**

Poslední z mechanik je šance. Prvky náhody do hry přináší nepředvídatelnost, čímž ji tvoří více zábavnou. Využívá se pro určování výsledků určitých událostí, jako například hod kostkou, rozhodnutí souboje, úspěšnost střelby nebo přesnost kouzla. Šance ve hře vytváří napětí a umožňuje hráči zažít různé výsledky v závislosti na jejich schopnostech. [3]

3.4 Level design

Level design je proces vytváření herního světa nebo jednotlivých levelů tak, aby byly plné detailů, ale stále měly jasný cíl hry. [12] Level musí mít přesně určený účel, aby hráči mohli snadno rozpoznat, co se od nich očekává a aby se cítili odměněni po dosažení cíle. [13] Dále musí být věrohodný a logicky uspořádaný. Hráč by měl mít pocit, že se může svobodně pohybovat. [3]

Konceptuální návrh

Návrh základního konceptu a plánu pro level by měl obsahovat cíle, vlastnosti, prvky, vztahy a atmosféru. Návrh slouží jako plán pro tvůrce hry, aby získali představu o tom, jaký bude konečný produkt a usnadnil práci na levelu. [14, 17]

Tvorba prostoru

Vytváření herního prostoru musí splňovat požadavky na hratelnost dané hry a zároveň musí být příjemné pro hráče. Tvorba prostoru přímo vychází z konceptuálního návrhu a přizpůsobuje se technickým omezením herního enginu. Vytvořené prostředí musí být intuitivní a přirozené pro hráče, aby se mohl plně ponořit do hry. [12, 16]

Design cesty

Design cesty je tvorba plynulého toku hry prostřednictvím umístění herních objektů a prostorového uspořádání tak, aby postup levelem byl hráči přirozený a snadný. Význam designu cesty je udržet hráče motivovaného a zaměstnaného, aniž by se cítil zmatený nebo ztracený. [12]

Design herních objektů

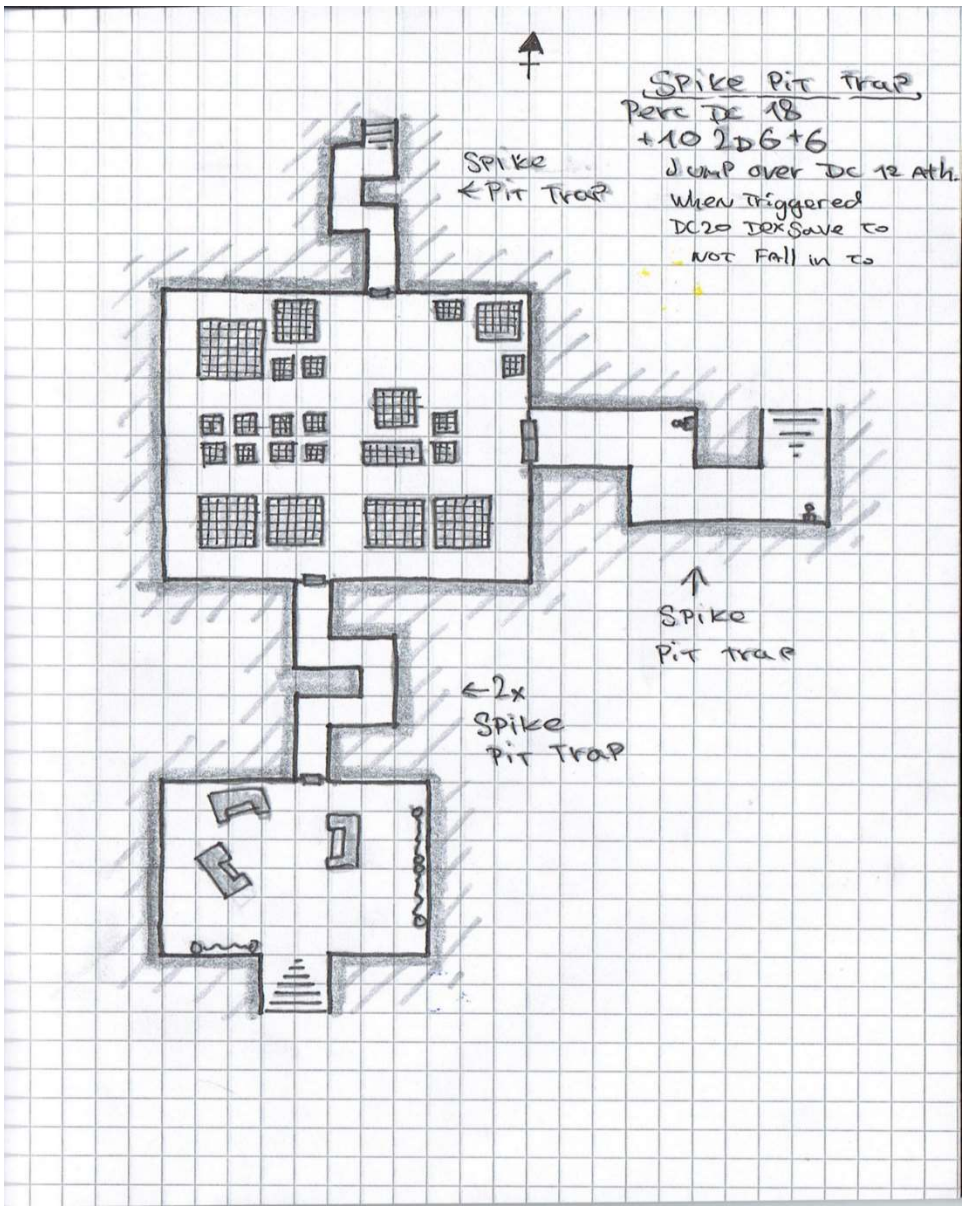
Proces vytváření předmětů, zbraní, překážek a dalších objektů v herním prostředí, který vychází z konceptuálního návrhu. Každý z objektů může mít své vlastnosti jako barvu, velikost, interakční možnost, váhu apod. [3, 12]

Design nepřátel a bossů

Tvorba nepřátel a bossů je důležitou součástí level designu. Tvorba nepřátel a bossů navazuje na konceptuální návrh a jsou zde stanoveny základní charakteristiky, jako je vhodný výběr nepřítele pro level, síla, rychlost, útoky a počet nutných zásahů pro poražení nepřítele. Design bossů je proces vytváření nejsilnějších a nejzajímavějších protivníků, kteří jsou často zařazováni mezi nejzajímavější momenty hry. [12, 15]

Při tvorbě levelu je dobré zaměřit se na všechny užitečné prostředky, které při tvorbě světa mohou pomoci. Postava, akce postavy, děj, témata úrovní a mapa světa. Pro tvorbu celého vesmíru hry jsou tyto prvky nesmírně důležité.

Pro návrh levelu se používá několik různých způsobů, jak daný level zobrazit. Ať už pomocí lega, rychlé prototypování v 3D programech, jako je Maya nebo 3D Studio Max a Blender. Nebo pomocí obyčejné tužky a prázdného papíru. (Michael Kraveckyj, 2023)

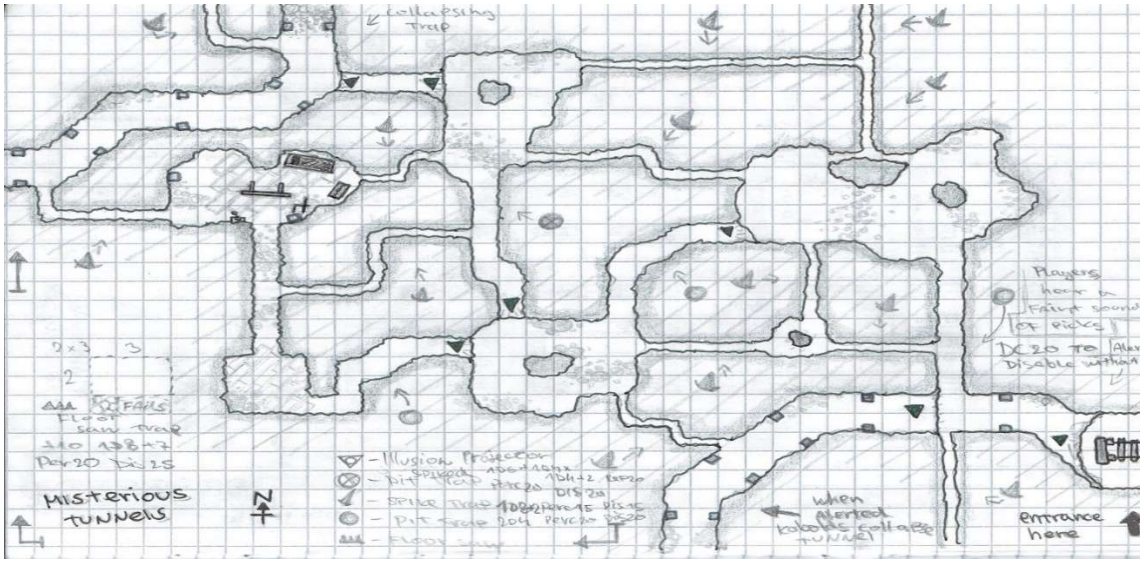


Obrázek 5 Plánek podzemních sklepů do hry DND, Michael Kraveckyj

3.4.1 Rozdělení typu level designu

Alleys neboli uličky jsou navrženy tak, aby vytvářely soustředěný herní zážitek. Úroveň je vytvořena, aby hráče vedla ke konkrétnímu cílí, kterého má dosáhnout. Alleys nemají určenou velikost. Mohou být úzké, podobně jako ve hře Portál, nebo široké, aby hráč získal pocit svobody, což se uplatňuje například ve hře Call of Duty: Modern Warfate 2. [12]
Designeři používají alleys, jelikož poskytují podle [12] hned několik výhod:

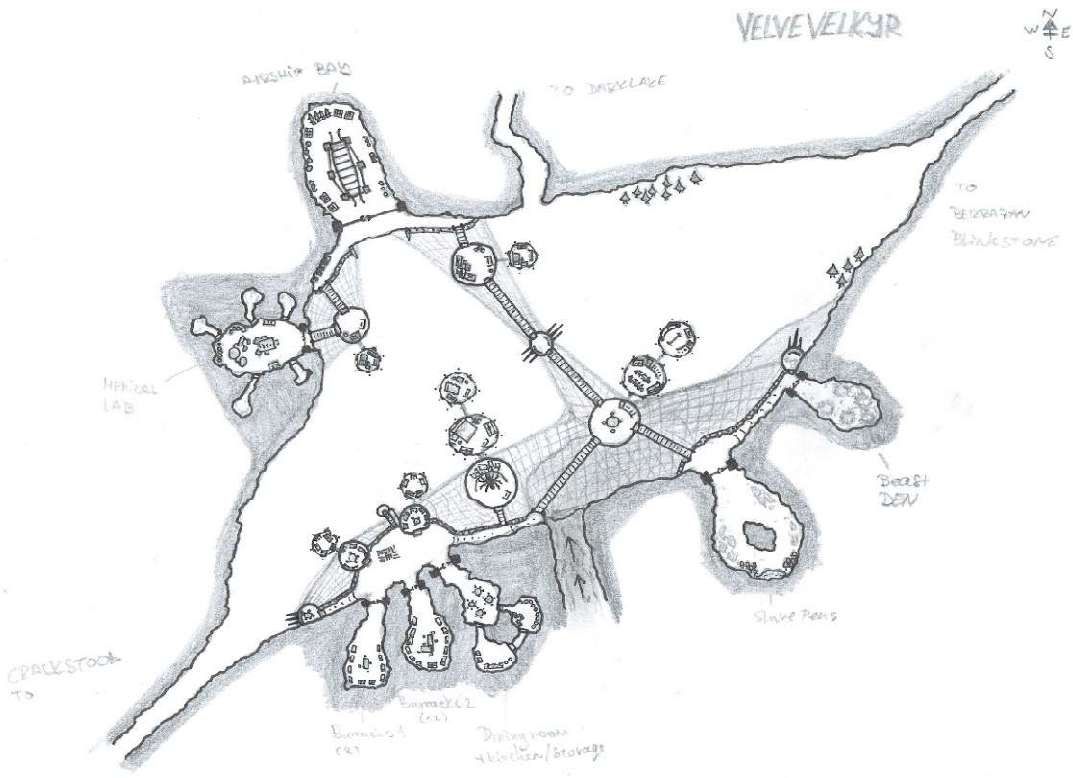
- Jelikož je přesně daný směr, kudy se hráč musí vydat, je mnohem jednodušší umístění spouštěcích zón pro kameru.
- S kamerou lze lépe využít dramatické pohyby, aby byl hráč informován, nebo se zdůraznila akce a dramatické momenty.
- V levelu lze odstranit ovládání kamery, takže se hráč bude moci soustředit pouze na ovládání a hratelnost.
- Pomocí znalosti, kde se hráč nachází a kam směřuje pohledem, je možné předem definovaná události.
- Je jednodušší vést boj a další herní události, jako jsou pasti.
- Lze vytvářet úzká místa (tzv. „bottleneck“), která zabrání hráči se vracet do již prozkoumaných míst.
- Návrhář může využít iluzorní narativ (umístění dekorací, zvukových efektů, osvětlení atd.) k vyprávění příběhu levelu.



Obrázek 6 „Mysterious tunnels“, Příklad „Alley“ level designu, Michael Kraveckyj

Islands neboli ostrovy jsou z pohledu level designu jedny z náročnějších. [12] Islands se velmi často využívají ve spojení s hrami typu „battle-royal“ nebo hry s otevřeným světem. (Michael Kraveckyj, 2023) Kamera ve hře musí být kvůli výškovým rozdílům dostatečně flexibilní. Události, které jsou skriptovány, jsou těžší na provedení, protože hráč do oblastí vůbec nemusí přijít. Situace, kdy má dojít k boji mohou být obcházeny. [12] Některé části mapy mohou obsahovat úseky typu alleys. [18] Díky otevřenosti prostoru poskytuje hráčům možnost zvolit si svoji vlastní cestu. Jedním z prvních příkladů designu typu island je Mario 64, kde hráč může objevovat prostředí v jakémkoli pořadí. Island design dovoluje svobodu v hratelnosti a vyzdvihuje žánr známý jako „sandbox“. [12]
Výhody typu ostrovy podle [12] jsou:

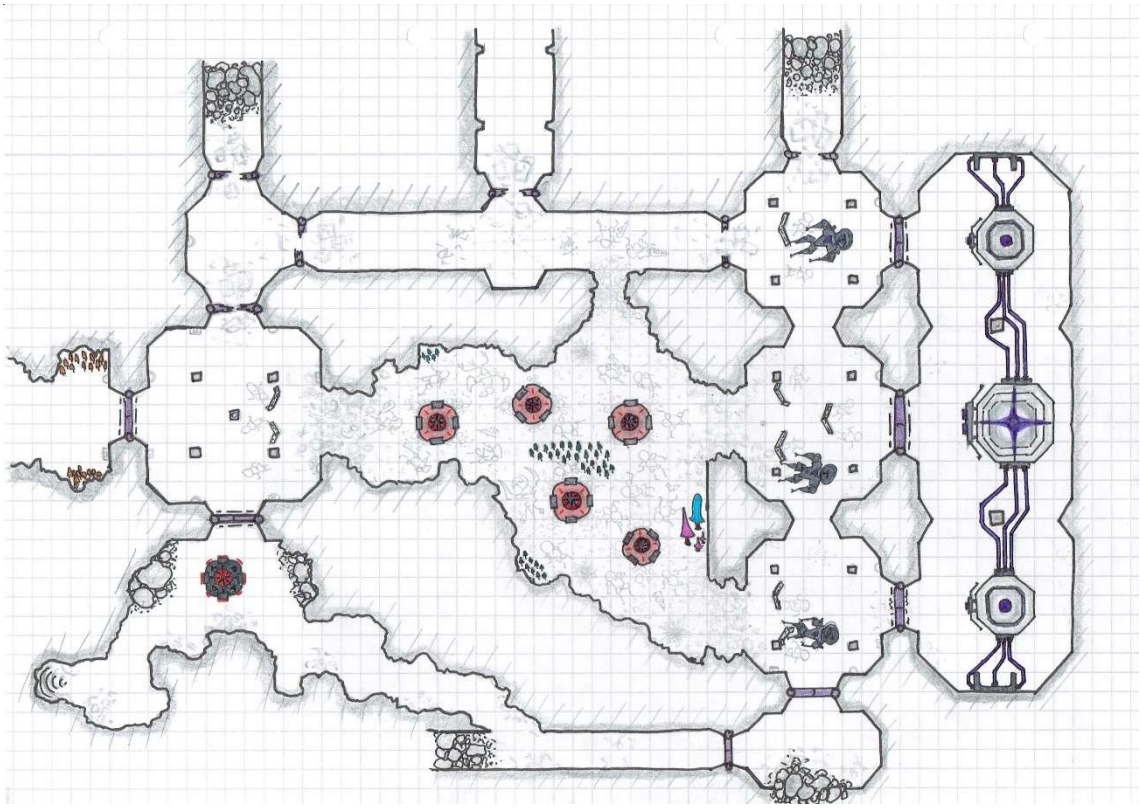
- Levely poskytují pocit prostoru a rozsahu.
- Ostrovy podporují průzkum a podněcují designéry k výplni volných míst tajnými místy, dodatečnými úkoly.
- Herní mechaniky spojené s vozidly (závody, souboje s vozidly) se v širokém otevřeném světě designují mnohem lépe.



Obrázek 7 „Velvevelkyr“, Příklad „Island“ level designu, Michael Kraveckyj

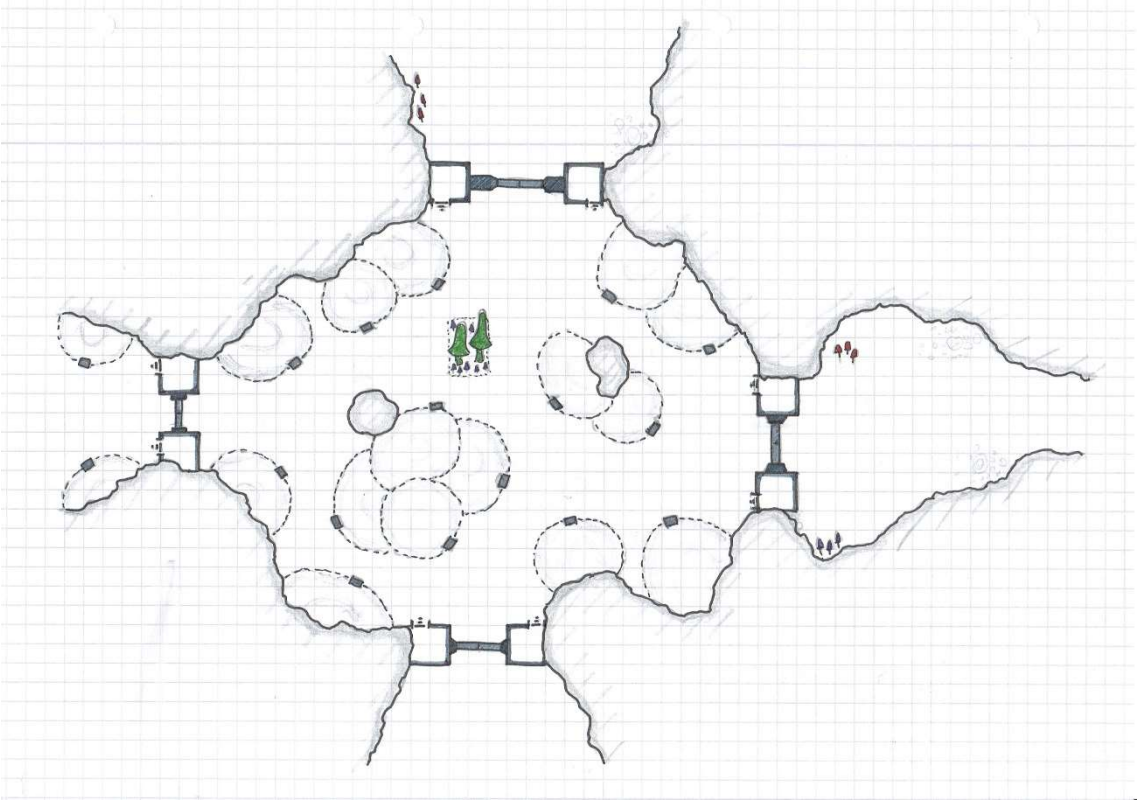
Maze (Bludiště) může být zajímavou designovou volbou. Umožňuje umístění skrytých objektů ve hře, může vyvolat dezorientaci hráče a tím způsobit, že hráči uniknou některé poklady. Bludiště zároveň lze využít jako prostor, kde hráč musí najít nějaký předmět, či například utéct před nepřítelem, aby se mohl posunout v příběhu. Jednou z výhod může být odměna hráči za objevování nových, neprozkoumaných oblastí. Na druhou stranu hráč se může ztratit a postupem času jeho chuť hrát upadne. Příkladem hry, která využívá typ bludiště je Pac-Man. [18]

Path (Cesta) je styl, kde má hráč možnost volby, kam chce jít, nabízí se mu možnosti, které ale nemusí využít. Příkladem hry, kde má hráč možnost volby kam se vydat, je Detroit Become Human. Výhodou stylu Cesta je, že na rozdíl od stylu alley nabízí větší svobodu v tom, kam může hráč jít nebo co může dělat. Nevýhodou stylu je držení hráče v jednom směru, protože existuje omezená oblast, kam se hráč může dostat. [18]



Obrázek 8 Příklad „Path“ level designu, Michael Kraveckyj

Hub (Rozbočovač) poskytuje hráči možnost se pohybovat v centralizované oblasti, ze které se lze vydat několika směry podle rozložení levelu. Hlavní výhodou je, že když se hráč ztratí, může se vydat zpět na centrální místo, které zároveň slouží jako bezpečné místo, ve kterém mu nic nehrozí a tím mít i představu o tom, kde se zrovna nachází. Nevýhoda hubu je, že hráči jsou omezeni na centrální místo. [18]



Obrázek 9 Příklad „Hub“ Level designu, Michael Kraveckyj

3.4.2 Level flow

V game designu se pod pojmem "flow" rozumí, jak se hráč cítí při pohybu po různých cestách nebo částech levelu. Zda je cesta jednoduchá nebo složitá, rovná nebo křivolaká, pomalá nebo rychlá – všechny tyto faktory ovlivňují hráčův pohyb prostředím. Navrhování toku hry tedy znamená navrhovat pohyb hráče. S návrhem toku by se mělo začít již během plánování dispozice levelu, ale jak skutečně působí se dá ověřit až po tvorbě hrubého náčrtu a testování. [19] Dobrý tok levelu je pro hráče atraktivní. Snadno se v nich orientují, a/nebo nabízejí výhody jako je krytí, zbraně apod. Levely se chybným tokem se vyznačují hlavně špatným pohybem po levelu kvůli špatnému návrhu designu mapy, nenabízejí žádné výhody, v některých případech dokonce způsobují spíše nevýhody a hráč se jim obecně vyhýbá. [20]

Design toku hry

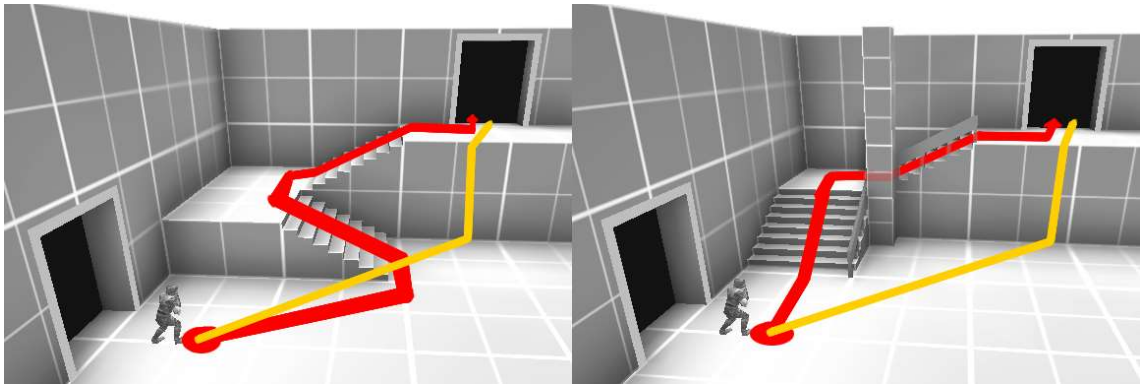
Tok hry ovlivňuje několik faktorů:

- Rychlost – Pohyb po cestě nesmí být příliš rychlý, ale ani pomalý.
- Směr – Trasa může být navazující, nebo se rozdělovat, či „kroutit“.
- Jednoznačnost cesty – Cesty by měly být jednoznačné a hráč by měl dostávat jednoduché náznaky, jak už bylo několikrát naznačeno v práci, kudy se vydat.
- Metrika – Mechaniky pohybu by měly být přizpůsobeny celkové velikosti levelu.

Desire lines

„Desire lines“ nebo také „Desire paths“ jsou ideální cesty, které vytvářejí samotní lidé. Jsou vyznačené pomocí pěšího provozu. Příkladem může být vyšlapaná cesta v parku, kde oficiální cesta je vybetonovaný chodník a „desire path“ je cesta, kterou lidé opravdu chtějí a je pro ně nejvíce přirozená a intuitivní.

Desire line jsou vhodné pro design v malém měřítku, například v rámci místnosti. [19]



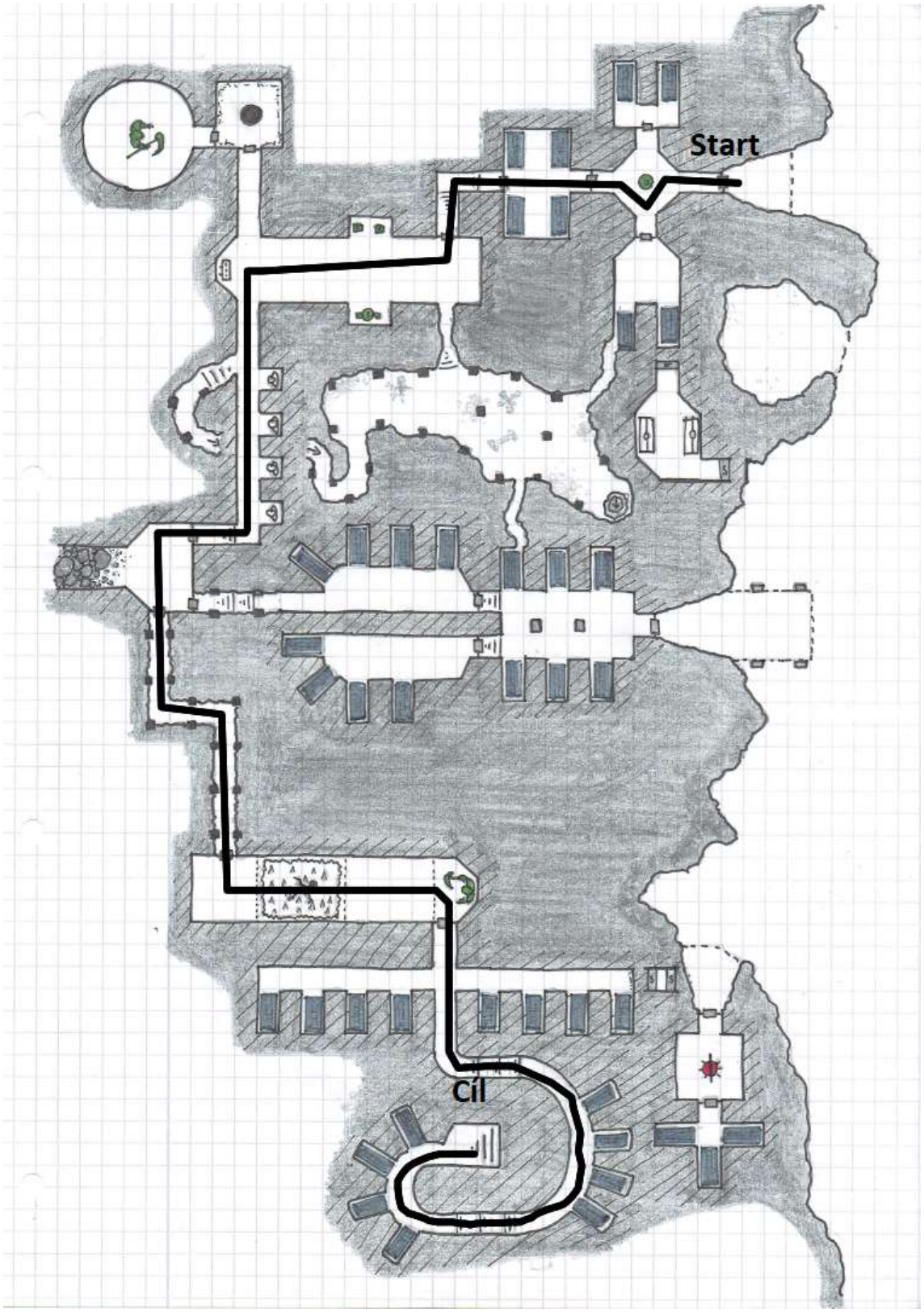
Obrázek 10 Porovnání dvou cest [19], Andrew Yoder

Hráčova vytoužená cesta (žlutá) vede přímo na konec levelu v druhém patře, ale oficiální cesta (červená) nutí hráče jít po schodech. Schodiště se zákrutami (vlevo) působí méně přímo, protože při cestě je nutné extra otočení oproti cestě s jedním zalomením (vpravo). I přestože se cesta s méně zákrutami může zdát efektivnější, flow nemusí být nutně horší. Schodiště s více zákrutami může být užitečné z těchto důvodů [19]:

- Podporuje hráče v prozkoumávání místnosti.
- Může se nabídnout možnost parkour a tím si cestu zkrátit.
- Umístění nepřátel na mezipatro, kde se jim hráč hůře ubrání.

Critical path

Critical path, také známá jako „Zlatá cesta“, je nejkratší možná cesta k dokončení levelu. Zjednodušeně se jedná o cestu pro hráče, která poukazuje na základní části úrovně, kudy se každý hráč musí vydat. [19] K cestám, které jsou součástí zlaté cesty, by se vývojáři měli chovat jinak. Po cestě by měli být umístěny indikátory, že hráč postupuje správně, například v podobě mincí, nepřátel a větších odměn. Po cestách mimo zlatou cestu jsou většinou i umístěni nepřátelé větší obtížnosti, aby se vytvořil pocit riziko-odměna. [21]



Obrázek 11 Příklad „Critical path“, Michael Kraveckyj

3.4.3 Design objektů

Při vytváření designu objektů je nutné se zaměřit na několik aspektů:

- **Účel a funkce** – Rozhodnout, jaký účel a funkci bude mít objekt v herním světě (Michael Kraveckyj). Než se objekt začne vytvářet, je nutné vědět, k čemu daný objekt je. [3]
- **Forma a tvar** – Fyzický tvar předmětu, včetně velikosti, barvy a tvaru (Michael Kraveckyj). Forma je obecný tvar a vlastnosti fyzického předmětu, včetně velikosti, textury, barvy a hmotnosti. [11]
- **Interaktivita a zpětná vazba** – Je nutné zvážit, jak daný objekt bude interagovat s hráčem a světem okolo, popřípadě zpětnou vazbu, kterou poskytne (Michael Kraveckyj). Interaktivita je jednou z nejvýznamnějších charakteristik videoher. [22]
- **Kontext a prostředí** – Ujištění, zdali umístěný předmět do kontextu a prostředí hry správně zapadá a neruší celkovou estetiku hry (Michael Kraveckyj). Každý předmět v levelu, by měl být umístěný tak, aby to bylo smysluplné a odůvodnitelné, proč tam je. [12]
- **Ikony a symboly** – Podle slov Michaela Kraveckého: „Občas je nutné poukázat na to, že například bodáky hráči ublíží, když na ně vstoupí, takže se na jejich špičku například kreslí krev jako symbol“. Díky používání symbolů a ikon jsme schopni rychle a efektivně informovat hráče o skutečnostech ve hře. [3]
- **Integrita a konzistence** – Zajištění, aby daný design objektu byl správně integrován s herní mechanikou a aby byl konzistentní s celkovým designem hry (Michael Kraveckyj). Dobrý herní design vyžaduje, aby všechny objekty ve hře byly integrovány a společně vytvořily soudržný celek. [3]

3.5 Design nepřátel

Videohry jsou plné různých bytostí, co se snaží hráče zabít. Je důležité si však uvědomit, že ne všechny videohry se zaměřují na souboj stejným způsobem, mnohé z nich využívají jiné formy konfliktu, jako je například časový limit tahu, konkurence s ostatními hráči nebo samotné hráčovy schopnosti. Ve hrách lze rozlišit tři typy konfliktů. Konflikt člověka s přírodou, kde se hráč potýká s přírodními živly, například hurikány. Konflikt, kdy hráč musí řešit své vlastní vnitřní problémy, jako otázku, kam jít na oběd je konflikt člověka se sebou samým. Konflikt člověka s člověkem, nebo v případě videoher konflikt hráče s bytostmi ve hře. [12] Při návrhu nepřátel je důležité určit vlastnosti nepřátel [23].

- **Životy** – Definují, jak bude nepřítel silný, jak dlouho dokáže většinou přežít.
- **Rychlost** – Definuje rychlost nepřítele, důležitá informace je, jestli se pohybují rychleji nebo pomaleji než hráč.
- **Poškození** – Podle možného poškození nepřítele lze určit nebezpečí, které znázorňuje.
- **Dosah** – Dosah nepřítele popisuje dosah útoku nepřítele.

V raném stádiu návrhu nejsou konkrétní čísla důležitá, protože se v průběhu návrhu několikrát změní. Stačí odhadem v procentech (10%, 50%, 100% nebo nízká, střední, vysoká) a konkrétní čísla doladit později. [23]

Úvod a umístění nepřátel

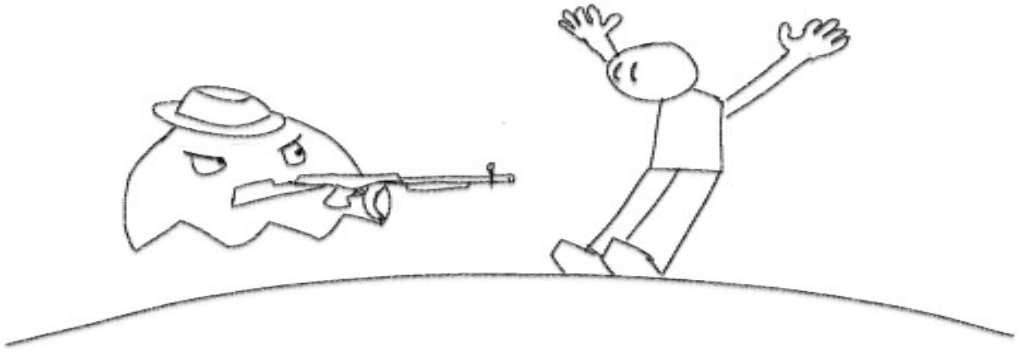
Velmi efektivní způsob, jak hráči sdělit, že se setkává s novým nepřítelem. K tomuto účelu se používá několik triků jako zmrazení kamery nebo její přiblížení, aby si hráč mohl pořádně nepřítele prohlédnout, zobrazení jména nepřítele, vyvoláním napětí pomocí krátkého videa nebo za doprovodu speciálních efektů. [12] Při umisťování nepřátel do levelu, je důležité, aby se nepřátelé v levelu moc neopakovali, byli od sebe odlišitelní, byli umístěni na smysluplných místech a byli pro hráče výzvou. Nepřátelé by měli být zajímaví a hráč by měl vědět, jak na ně reagovat. [25]

Chování nepřátel

Návrh chování nepřítele by mělo řešit odpověď na otázky: Jak se nepřítel pohybuje, co dělá v boji, nebo když je zraněn. Cílem při návrhu chování je neopakovat chování, ale pokusit se, aby se jejich chování vzájemně doplňovalo. [23]

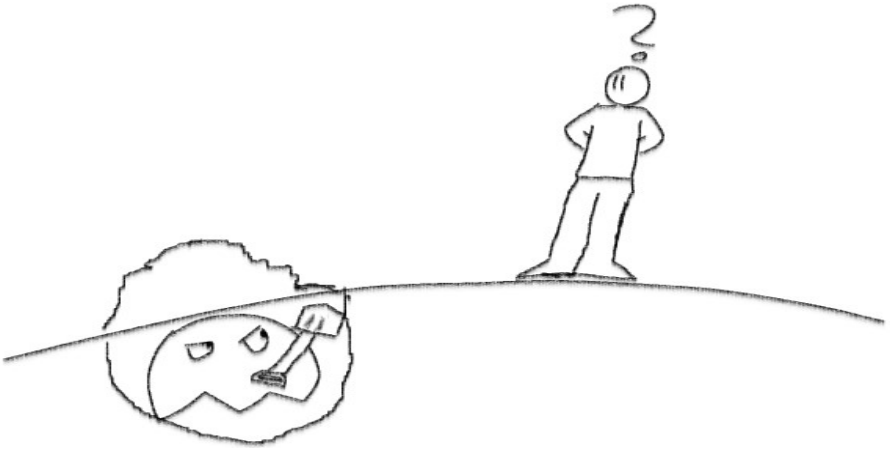
Základní typy chování

- **Hlídkování** – Jedno z nejběžněji používaných typů pohybu při navrhování nepřátel. Je jednoduché na implementaci a nepřátelé díky tomu vypadají „chytře“. [24]
- **Pronásledování** – Pokud se hráč přiblíží k hráči na určitou vzdálenost, nebo nastane splnění jiné podmínky, dojde k jeho pronásledování. V mnoha hrách se z hlídkujících stanou pronásledující poté, co spatří hráče. [12]
- **Střelba** – Hlídkující i pronásledovatelé, pokud k tomu budou mít prostředky a odhalí hráče, se budou pokoušet hráče zasáhnout. [12]



Obrázek 12 Typ nepřítele se střelbou, Vojtěch Košťál

- **Stráž** – Priorita je strážit předmět nebo lokaci. Chování stráží může být jednoduše zkombinováno s pronásledováním a střelbou. [12]
- **Burrower** – Nepřítel může mít mechaniku, která mu umožní dostat se do výhodné pozice pro útok na hráče. Hráč musí poté čekat, než se nepřítel znovu objeví. [12]

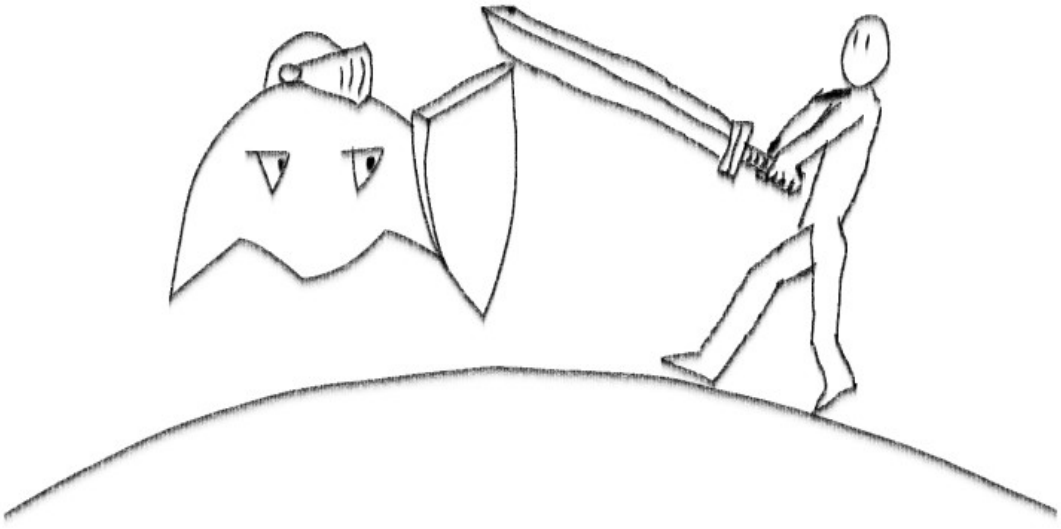


Obrázek 13 Typ nepřítele Burrower, Vojtěch Košťál

- **Teleporter** – Nepřítel, který je schopný rychle změnit pozici, pokud je hráč příliš pomalý, nepřítel může změnit svoji pozici a tím vykrýt hráčův útok. [12]

Obrázek 14 Typ nepřítele s teleportací, Vojtěch Košťál

- **Blocker** – Nepřátelé mohou mít možnost se bránit proti útokům hráče pomocí štítu nebo jiného obranného zařízení. Štít může zároveň odrážet projektily do různých směrů, aby docházelo ještě k samotnému ohrožení hráče. [12]



Obrázek 15 Typ nepřítele s blokováním, Vojtěch Košťál

- Při používání typů nepřátel, kteří mají silně zvýhodňující mechaniku, jako teleport nebo štít, by zároveň měl mít hráč způsob, jak těmto mechanikám zabránit (Michael Kraveckyj).

V hrách se hráč bude pravděpodobně střetávat s mnoha nepřáteli, proto by střet měl být pro hráče zábavný. Výbuchy, vtipné a dramatické animace zásahu nebo odměny, to vše v hráči vyvolá pocit zábavy. Dále je nutné určit, jak bude nepřítel po smrti odstraněn z herního světa, nabízí se hned několik způsobů, jako výbuch, zmizení v oblaku kouře nebo zůstane na obrazovce. Ve většině her není aplikovaná mechanika „stealth“, neboli plížení, proto by měla být většina nepřátel designovaná tak, aby se jim hráč nechtěl vyhnout. Designer by měl hráčům dopomoct k tomu, aby měli pocit, že s nepřáteli bojovat sami chtějí.[12] Hráč musí být informován o tom, že [12]:

- Nepřátelé u sebe mají užitečné věci. Zlato, náboje, lékárničky…
- Blokují cestu, takže hráč přes ně musí projít, pokud chce pokračovat ve hře.
- Mají u sebe klíč. Občas je nutné porazit některé nepřátelé, aby se odemkla speciální truhla, nebo dveře.
- Poražení nepřátel pomáhá vylepšovat hráčovy schopnosti.

Je nutné myslet ale i na to, aby samotní nepřátelé měli možnost se bránit a útočit. Pokud mají ruce a nohy, mohou útočit zblízka. Samozřejmě útok se zbraní jako meč, nebo střelná puška, které navíc mohou mít výhodu v podobě jedu, který bude následně hráči způsobovat stálé poškození, dokud se neuzdraví. Stejně tak se budou moct bránit pomocí krytí, odražení, zmražení a paralyzování hráče. [12]

3.5.1 Design bossů

Velmi podobný proces jako u klasického nepřítele. [23] Vytvoření bosse ve videohře je složitý úkol a vyžaduje mnoho úsilí, pokusů a omylů. Obtížnost nepřítele v podobě bosse by měla odpovídat tomu, v jaké části se hráč zrovna nachází. Není dobré, aby hráč čelil jednomu nepříteli více než šestkrát, protože poté by poražení nepřítele nepůsobilo jako odměna, ale spíše jako úleva. Zároveň nesmí být takovýto nepřítel příliš jednoduchý, měl by být výzvou, pokud lze porazit nepřítele za 30 sekund bez větších problémů, hráči nemusí mít pocit, že něčeho dosáhli. Pokud ale souboj trvá 5 minut a vyžaduje hráčovo soustředění a přesnost, hráči pocítí pocit úspěchu, který lze ještě umocnit tím, že hráčům darujete další život, novou schopnost nebo odemknutí zajímavé zbraně, či oblasti. Při tvorbě je důležitá kreativita, vytvoření zážitku, který si hráči budou pamatovat a hovořit o něm i dlouho poté. Při tvorbě takového bosse pomáhá unikátní design a soubor dovedností. Vzhled a kontext bosse by ve hře měl být jedinečný, měl by správně zapadat do vytvořeného prostoru hry, ale zároveň by měl být dobře odlišitelný od ostatních postav ve hře. Při tvorbě středověké hry by boj s futuristickým robotem by nebyl přirozený ani vhodný pro kontext vyprávění. Mnohem větší smysl by dával speciálně navržený troll s magickými schopnostmi [26]

Soubor schopností bosse

Schopnosti jsou stejně důležité jako vzhled. Schopnosti, kterými boss disponuje, by měly pro hráče znázorňovat výzvu, se kterou se ještě nepotkali, a bude od nich očekáváno použití herních mechanik z jedinečných úhlů. Schopnosti, stejně jako vzhled, musí zapadat do celkového kontextu hry. Zároveň by boss měl mít v zásobě více než jednu schopnost a sekvenci těchto schopností, které se budou řídit například aktuálním počtem životů bosse, protože hráči velmi rychle rozpoznají jejich vzor. [26]

3.6 Procedurální generování

Procedurální generování (PG) je automatizovaný přístup k tvorbě mediálního obsahu. PG lze využít v mnoho oblastech. Např. umění, hudba, poezie, film a hry (deskové i počítačové). V počítačových hrách se PG používá při generování nových levelů, nebo jako reakce na hráčův pohyb, ačkoli lze PG použít na téměř cokoli, používá se hlavně na obsah, který by musel vytvořit herní designer (textury, postavy, mapy, úkoly…). [30]

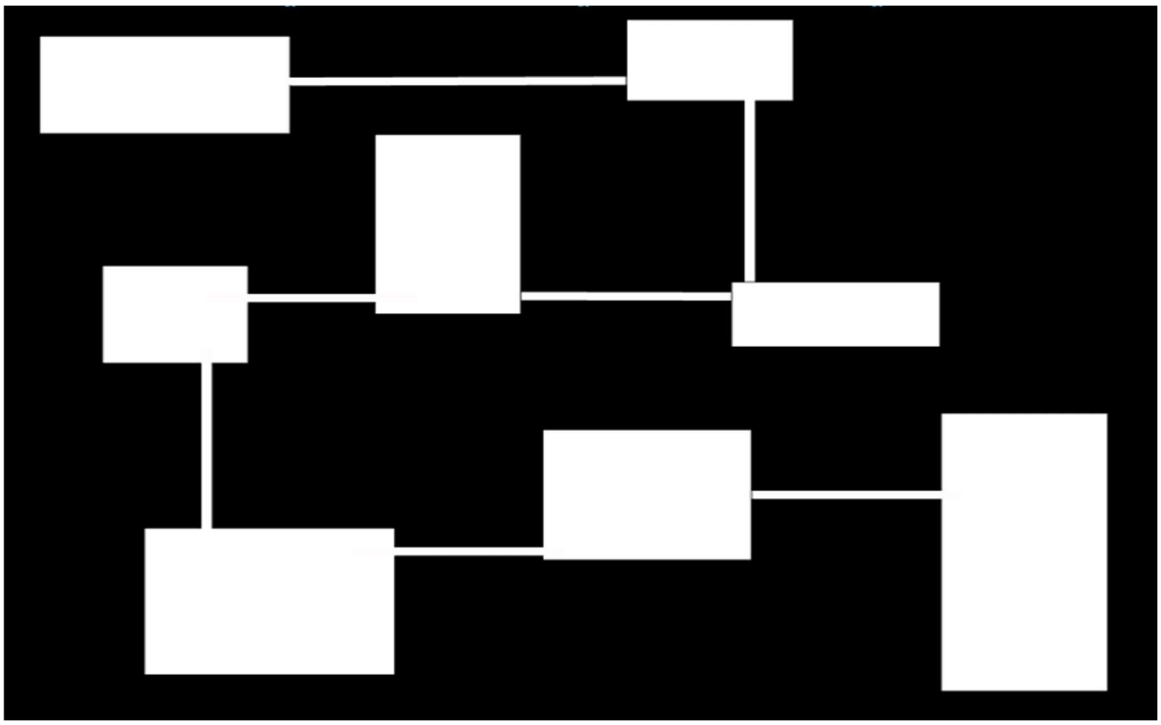
PG se zakládá na schopnosti vytvářet obsah náhodně, což vyžaduje, aby generátor ze stejných vstupních dat vygeneroval různé výsledky. Takový přístup se sebou nese několik rizik, protože vývojář částečně ztrácí kontrolu nad výsledným obsahem. Náhodnost je zajištěna pomocí generátoru náhodných čísel (RNG). [31]

3.6.1 Typy procedurálního generování map

Simple Room-Placement [33]

Metoda umísťování náhodných místností:

1. Začne se s obdélníkovou místností náhodné velikosti.
2. Náhodně se zvolí pozice na mapě.
    a. Pokud v lokaci není jiná místnost, tak se nová místnost přidá.
3. Pokračuje se s dalšími místnostmi, dokud nevznikne dostatečný počet místností.
4. Vytvořené místnosti se propojí průchody.
    a. Lze využít jednoduchý algoritmus na náhodné přepínání vertikálních a horizontálních průchodů.

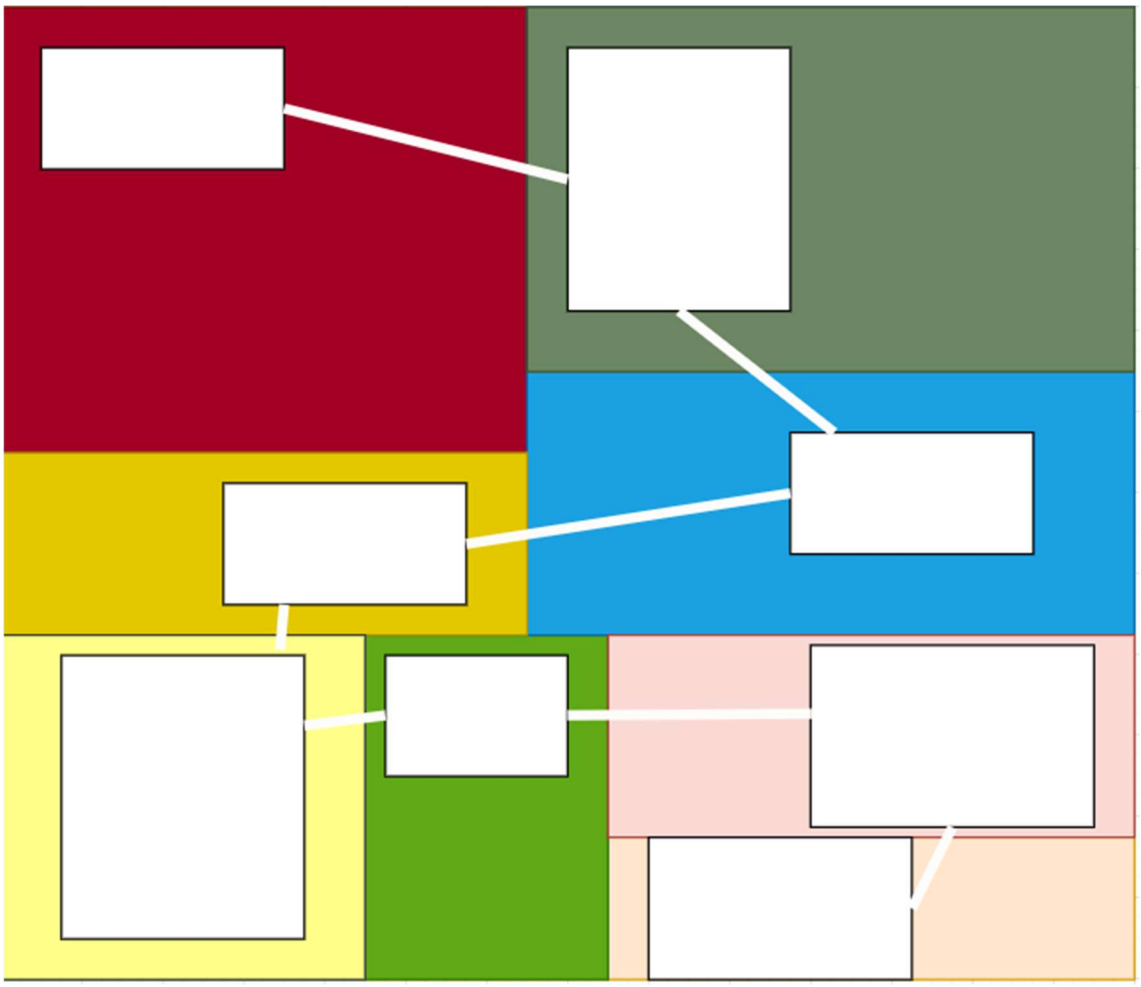


Obrázek 16 Výsledek generování Simple Room-Placement

Místnosti s binárním rozdělením prostoru [33]

Výsledek stejný jako u umisťování náhodných místností, ale s lepším rozestupem mezi místnostmi.

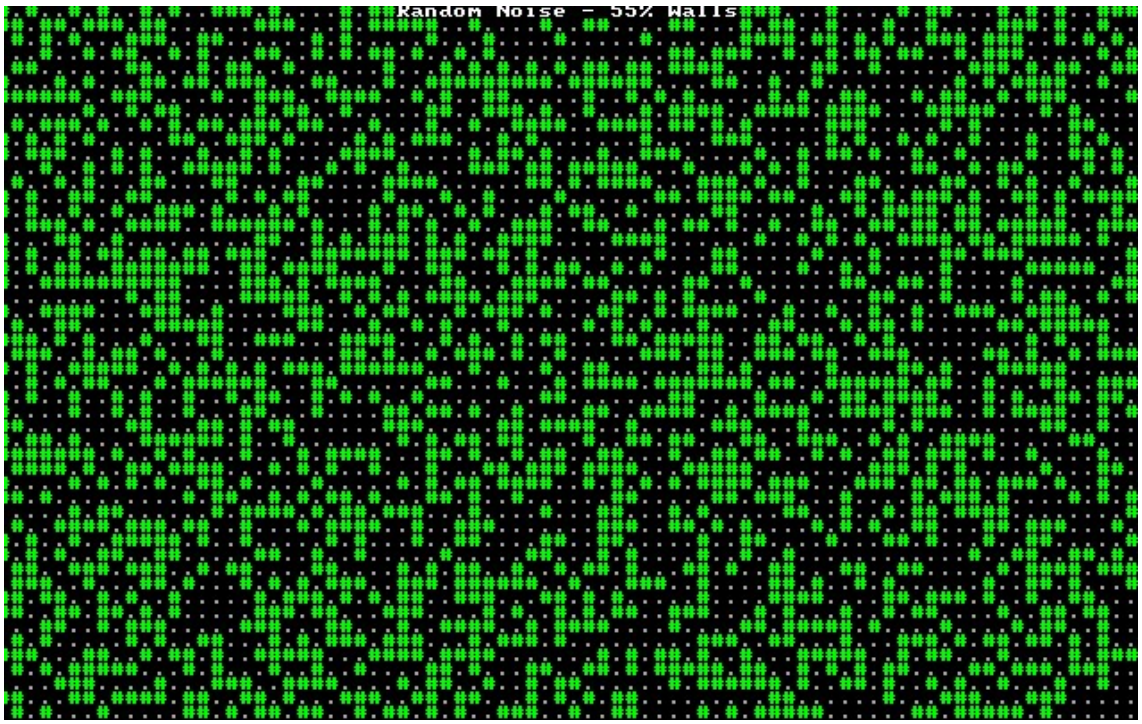
1. Mapa se rozdělí na 2 části, náhodně se rozhodne, jestli vertikálně nebo horizontálně.
    a. S rozdělováním se pokračuje, dokud nedojde k dostatečnému počtu místností
2. Do rozdělených prostorů se umístí náhodně velké místnosti.
3. Algoritmus následně vybere místnosti (v rámci sloupců a řádků), které se propojí.



Obrázek 17 Výsledek generování místností s binárním rozdělením prostoru

Celulární automat [33]

1. Vytvoří se náhodná mapa a její kopie.
2. Aplikují se pravidla buněk na každou z dlaždic.
    a. Iteruje se každá z dlaždic, která není na hraně a spočítá se počet sousedů, včetně úhlopříček.
        i. Pokud nemá žádné sousedy, stává se stěnou.
        ii. Pokud má jeden až čtyři sousedy, stává se prázdným prostorem.
        iii. Pokud je sousedů pět nebo více, stává se stěnou.
        iv. Algoritmus by se měl upravit pro konkrétní hře.
3. Opakování



Obrázek 18 Výsledek generování místností pomocí celulárního automatu, [33]

4 Herní enginy

Herní enginy jsou nástroje, které jsou určené pro vývoj softwaru, snížení nákladů, složitosti a času. Herní enginy vytvářejí abstraktní vrstvu nad nejčastějšími úkoly při vývoji her. Abstraktní vrstvy jsou baleny do nástrojů tak, aby umožňovaly nahrazení nebo rozšíření o další komponenty od třetích stran. Herní enginy poskytují možnost vývojářům soustředit se pouze na psaní kódu. Dobře navržené herní enginy navíc dobře oddělují interní funkčnosti, kód hratelnosti je oddělen od kódu, který například dekomprimuje mp3 soubory, zároveň kód hratelnosti volá na dobře definované rozhraní api enginu, aby došlo k co nejoptimálnějšímu výkonu. [9]
Nejoblíbenější herní enginy by měly obsahovat podle [9] některé nebo všechny funkce jako:

- Možnost sestavit hru na všechny platformy jako je windows, linux, ios, playstation či xbox.
- Graficky renderovací engine, který podporuje 2D a 3D grafiku.
- Fyzikální engine podporující detekce kolizí a gravitace.
- Zvukový engine pro přehrávání hudby a speciálních efektů.
- Podporu skriptování pro implementaci herní logiky.
- Objektový model herního světa.
- Zpracování animací pro načítání a přehrávání snímků animací.
- Možnost vícevláknového zpracování.
- Správu paměti.
- Umělou inteligenci.

4.1 Unity Engine

Unity je herní engine pro vývoj 2D a 3D her. První verze Unity byla vytvořena roku 2005 společností Unity Technologies s cílem poskytnout většímu počtu vývojářů přístup k nástrojům pro herní vývoj, což bylo v té době novinkou. Během let se Unity Engine dramaticky změnil a rozšířil, přizpůsoboval se nejnovějším technologiím a přístupům. I v dnešní době se pořád zaměřuje na to, aby poskytoval co nejrobustnější soubor nástrojů pro herní průmysl a aby byl co nejjednodušší pro vývojáře s jakýmkoli stupněm zkušeností, včetně začátečníků. Společnost se zaměřuje i na vývoj real-time 3D a díky tomu je tento engine jedním z nejvýkonnějších volně dostupných enginů. [34]

4.2 Godot Engine

Godot Engine je výkonný herní engine pro tvorbu 2D a 3D her na různých platformách pomocí jednotného rozhraní. Poskytuje soubor nástrojů, aby se vývojáři mohli soustředit na samotný vývoj hry a nemuseli vytvářet již existující prvky. Godot je zcela zdarma a open-source. Uživatelé mají plné vlastnictví svých her, včetně zdrojového kódu enginu bez jakýchkoli podmínek. Vývoj Godot enginu je plně komunitní, takže uživatelé mohou přispívat svými nápady a očekáváními na vývoj enginu. [35]

4.3 Unreal Engine

Unreal Engine je software, který umožňuje tvůrcům tvořit 3D obsah nové generace v reálném čase s větší svobodou, věrností a flexibilitou než kdykoli předtím. Unreal engine je vyvíjen společností Epic Games a je dostupný jako bezplatný nástroj pro vývojáře. Podporuje vývoj pro různé platformy, včetně desktopů, mobilních zařízení a herních konzolí. Unreal engine je známý pro své pokročilé grafické funkce, jako jsou například realistické osvětlení a stíny, dynamické efekty počasí, zvukové efekty, fyzika a umělá inteligence [36]

4.4 Porovnání

Pro porovnání byla vybrána bodově hodnocená kritéria a stupeň důležitosti, který dané hodnocení násobí. Hodnocení programovacího jazyku, v kterém lze psát kód, je jedno z nejdůležitějších částí. V hodnocení je i zahrnuta osobní zkušenost autora s jazyky. Ačkoli Unreal i Godot Engine mají možnost programování v C#, jejich podpora, oproti Unity, je velmi malá. Dalším kritériem je aktivní komunita, čím aktivnější komunita daného enginu, tím snazší je hledání řešení konkrétního problému a samotný vývoj hry. V případě uživatelské licence je favoritem Godot Engine, jelikož svým uživatelům poskytuje licence zcela zdarma, Unity a Unreal mají zdarma pouze standardní osobní licence. Vyšší licence Unity a Unreal Enginu nabízí nadstandardní support, licencované servery apod. Dalším velmi důležitým bodem je podpora vývoje 2D her. Jelikož je Unreal Engine vytvořen primárně pro vývoj 3D her a na práci s 2D velmi dlouho nevyšel žádný update, jeho hardwarové nároky jsou oproti Unreal a Godot Enginu mnohem vyšší, takže se pro vývoj 2D her nehodí, zároveň Unreal Engine nemá vyvinuté funkce pro práci s 2D, ale pouze příkazy, které přepisují 3D funkce. Všechny níže uvedené enginy plně podporují vydání hry na všechny hlavní platformy.

Tabulka 1 Subjektivní porovnání herních enginů podle vybraných kritérií

Kategorie	Unity Engine		Unreal Engine		Godot Engine		Důležitost (násobič)
Programovací jazyk	C#	+++	C++	+	Gdscript	-	3
Aktivní komunita		+++		++		++	2
Zdarma	Základní licence	+	Základní licence	+	Zcela zdarma	+++	1
2D		+++	úplný základ	+		+++	3
Multiplatformní		+++		+++		+++	2
Výsledek:		31		17		22	

5 Praktická část – Vývoj hry v Unity Enginu

V následující kapitole autor provedl aplikování poznatků z teoretické části k implementaci GDD. V kapitole budou dále popsány důležité a zajímavé části vývoje 2D pc hry s ohledem na zachování kvalitního game designu a na konci kapitoly bude zmíněna zpětná vazba od testerů hry.

5.1 Implementace GDD

5.1.1 Základní informace

- **Koncept** – Hráč bude procházet jednotlivé levely a na konci třetího levelu bude muset porazit silného nepřítele (bosse).
- **Žánr** – Roguelike.
- **Cílené publikum** – Hra bude cílit na všechny věkové kategorie, zvlášť její obtížnost by mohla zaujmout starší publikum.
- **Vzhled hry** – Hra bude vytvořena ve 2D v pixel art stylu, implementují se animace pohybu i defaultního (idle) stavu, kdy se hráč nehýbe.

5.1.2 Hratelnost a mechaniky

Hratelnost

- **Postup hrou** – Hráč bude procházet jednotlivé místnosti v levelu. Čím vyšší bude level, tím delší bude cesta do dalšího.
- **Výzva** – V každé místnosti se budou moci vyskytovat nepřátelé a na konci třetího levelu na hráče bude čekat silný nepřítel (boss).
- **Cíl hry** – Cílem hry je dojít na konec

Mechaniky

- **Fyzika** – Ve hře se implementuje základní fyzika našeho světa.
- **Pohyb** – Hra umožní hráči pohyb pomocí „WSAD“ do čtyř stran a možnost „kotoulu“ pomocí mezerníku. Rozhlížení a určení směru střelby pomocí ukazatele myši.
- **Objekty** – Ve hře se budou nacházet různé objekty rozdělené do kategorií
    - Sběratelské předměty – po jejich sebrání dojde k navýšení hráčových statistik. Pro jejich sebrání stačí hráčem přejít přes tento předmět.
        - Léčení – Obnovení chybějících životů hráče
        - Peníze
        - Zbraně – pokud hráč danou zbraň nemá, po sebrání se přidají hráči do inventáře
    - Objekty levelu
        - Krabice – lze zničit pomocí střelby nebo „kotoulu“. Uvnitř se mohou nacházet peníze nebo léčení.
        - Bodce – při kolizi s bodci dojde k odečtení životů hráče. Implementuje se mechanika, kdy při použití „kotoulu“ nedojde k odebrání životů hráče.
        - Truhla – Při přiblížení hráče k truhle ze strany, kde se truhla otevírá, bude možnost interakce k otevření truhly, ve které se může nacházet nová zbraň.
        - Klec s charakterem – Klec bude sloužit jako možnost odemknutí nového charakteru.
        - Konec levelu – na konci levelů bude umístěn ukazatel konce, při vstupu do objektu bude hráč přesunut do dalšího levelu.
        - Obchod – Tři různé položky za různé ceny.
- Interakce – Pro interakci s truhlou, klecí či jinými charaktery bude využita klávesa „E“.

- **Souboj** – Pro souboj bude hráč disponovat některou ze zbraní. Nepřátelé budou moci různými způsoby hráče zranit.
- **Ekonomika –** Ve hře z nepřátel či truhel budou padat peníze, které může hráč vždy utratit v obchodu, který se bude nacházet v každém levelu.

5.1.3 Levely

- Rozložení místností levelu bude generováno procedurálně (náhodně). Obsah dané místnosti se vybere z předem připravených. Každý level bude moci mít místnost s truhlou a obchodem. Ve většině místností se umístí nepřátelé, krabice, bodce.

5.1.4 Interface

- **Menu**
    - **Hlavní menu** – V hlavním menu bude možnost startu nové hry, vypnutí hry a možnost smazat svůj dosavadní postup ve hře (odemknuté charaktery).
    - **Pause menu** – ve hře bude hráči umožněno v kterýkoli čas hru zastavit (pause), kde bude možnost ukončení hry či pokračování.
- **Audio, hudba, efekty –** Ve hře se nastaví zvukový doprovod v podobě hudby a zvukové efekty při každé činnosti.
- **Systém nápovědy** – na začátku hry bude hráči umožněno zobrazit si nápovědu se základními mechaniky hry.

5.1.5 AI

- **Nepřátelé** – Simulace umělé inteligence bude dosažena pomocí algoritmů pohybu nepřátel.
    - Reakce na pohyb hráče
        - Sledují ho
        - Utíkají od něj
    - Náhodný pohyb po místnosti
    - Pohyb mezi body místnosti
- **Podpora AI**
    - Kolize – Neimplementuje se samotná detekce (funkce unity), ale pouze události při kolizích.

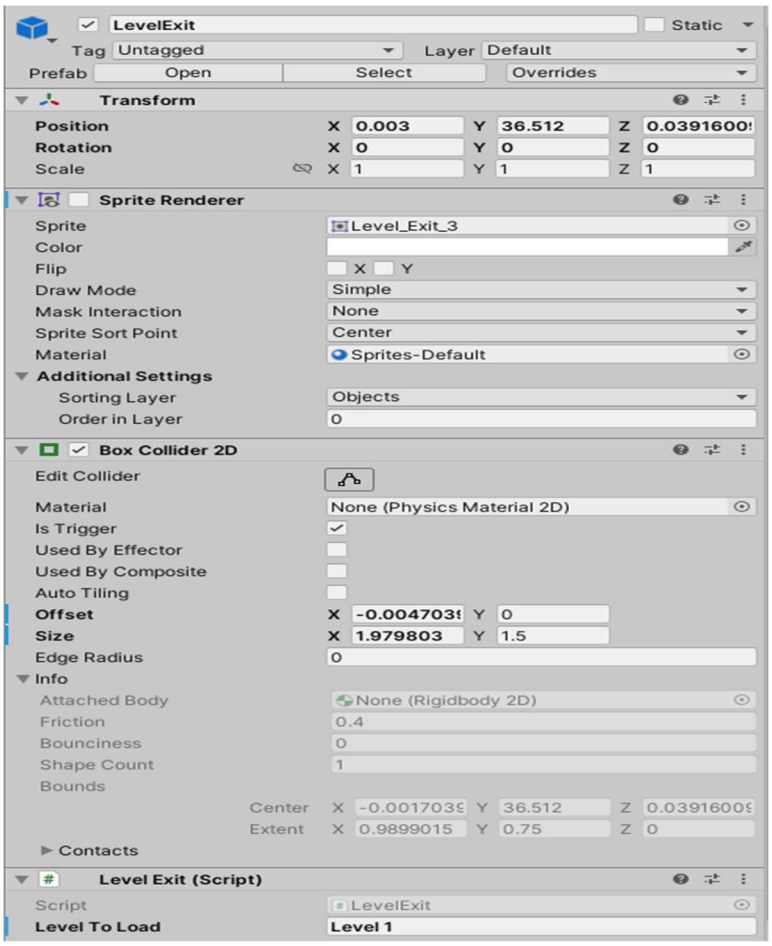
5.2 Vývoj hry

V následující části budou popsány některé fáze vývoje 2D hry v prostředí Unity Enginu, které autor této práce považuje za zajímavé, či důležité.

5.2.1 GameObject

GameObject je hlavním prvkem v Unity. Reprezentuje herní objekty nebo prvky, jako je například hráč, nepřítel nebo statické objekty v herním světě, kterými mohou být stromy, budovy apod. GameObject může mít různé komponenty, které přidávají různé vlastnosti a chování. Tyto prvky lze přidávat a odebírat z GameObjectu dle potřeby, což umožňuje vývojářům vytvářet různorodé hry. Mezi hlavní komponenty patří:

- Vizuální prvky (Sprite renderer)
- Fyzikální modelování (Box Collider 2D)
- Zvukové efekty
- Skripty (Level Exit Script)



Obrázek 19 Ukázka GameObject „LevelExit“

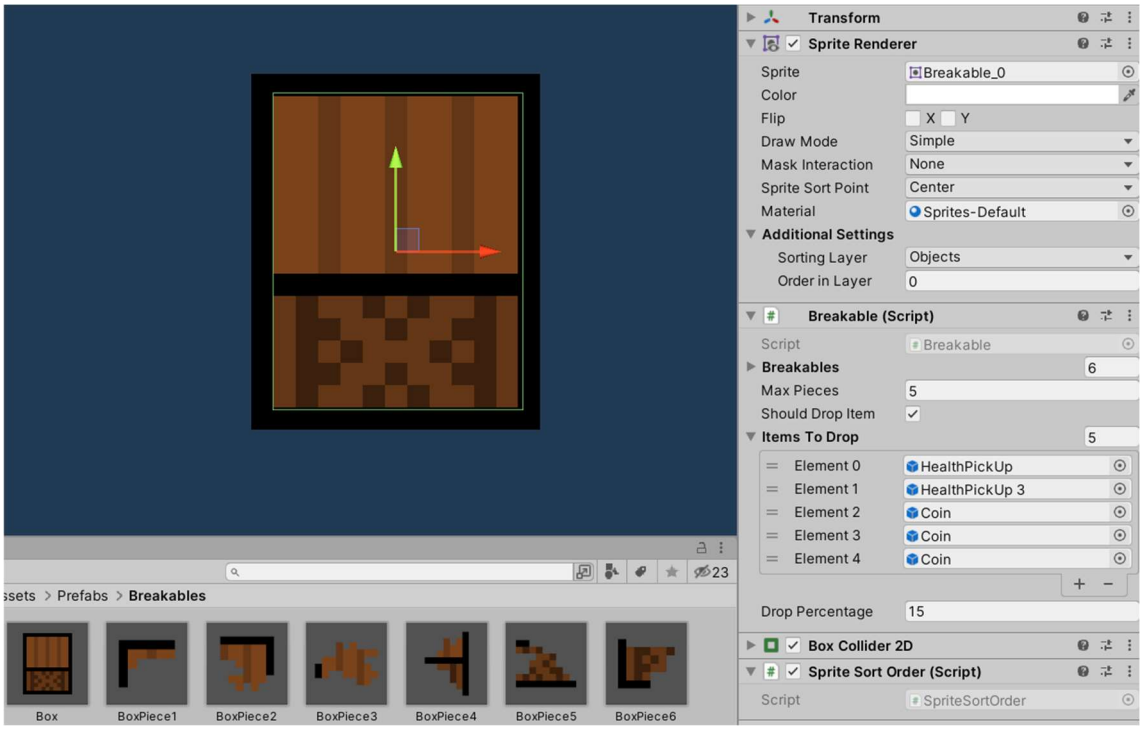
Každý GameObejct má také transformace, které určují jeho polohu, rotaci a měřítko v herním světě. Transformace, stejně jako všechny jiné vlastnosti, mohou být nastaveny přímo v editoru Unity nebo mohou být modifikovány pomocí skriptů. Jako ukázky gameObject budou zmíněny objekty **Krabice, Enemy a Boss.**

Level objects

K zachování kvalitního level designu, byly do jednotlivých místnosti umístěny objekty tak, aby měl hráč dojem, že jeho činy ovlivňují okolí. Při střelbě do krabice se krabice rozpadne na několik kusů, při kolizi hráče s bodci hráč obdrží poškození. Objekt konce levelu přesune hráče do dalšího levelu, nebo na finální obrazovku.

Script pro krabici (breakable) obsahuje 6 dalších objektů (BoxPiece), které reprezentují jednotlivé úlomky krabice, které se při rozbití krabice rozletí do náhodných směrů.

- Max pieces – Označuje, kolik se maximálně zobrazí úlomků.
- Should drop item – Označuje, zdali z dané Breakable je možné získat nějaký předmět.
- Items to drop – Seznam předmětů, které mohou být získány z Breakable
- Drop percentage – Šance, že z dané Breakable spadne nějaký předmět.



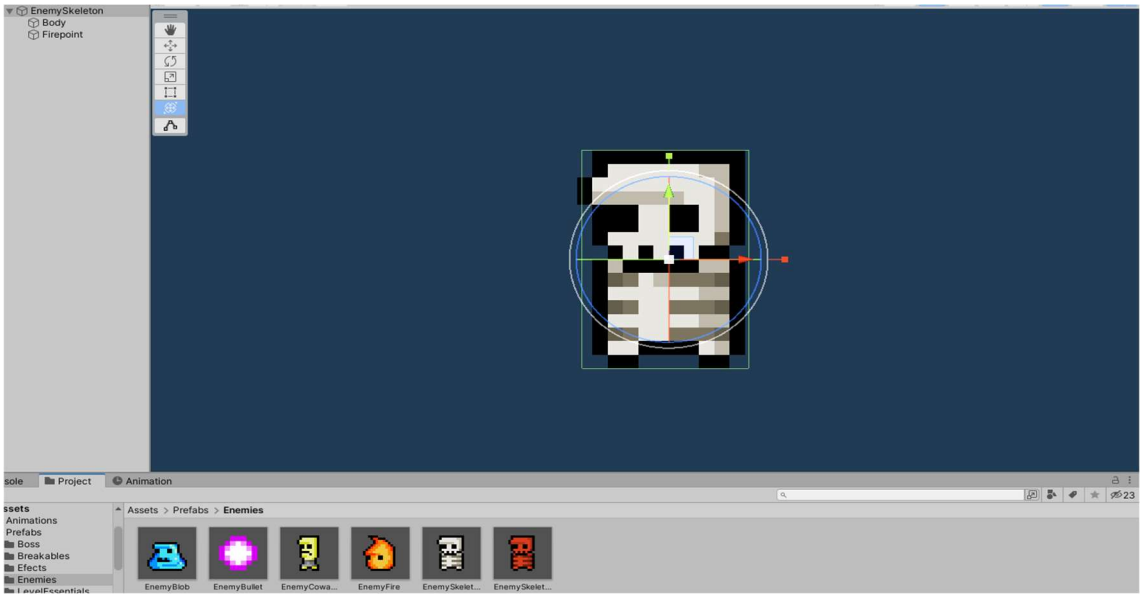
Obrázek 20 Ukázka objektu krabice (Breakable)

```
private void DestroyBreakable()
{
	Destroy(gameObject);

	AudioManager.Instance.PlaySFX(0);

	for (var i = 0; i < Random.Range(1, MaxPieces); i++)
	{
		Instantiate(Breakables[Random.Range(0, Breakables.Count)],
		transform.position, transform.rotation);
	}

	if (ShouldDropItem)
	{
		var dropChance = Random.Range(0f, 101f);
		if (dropChance < DropPercentage)
		{
			Instantiate(ItemsToDrop[Random.Range(0, ItemsToDrop.Count)],
			transform.position, transform.rotation);
		}
	}
}
```

Ukázka kódu 1 Kód pro obsluhu zničení Breakable objektu

Nepřátelé (Enemy)

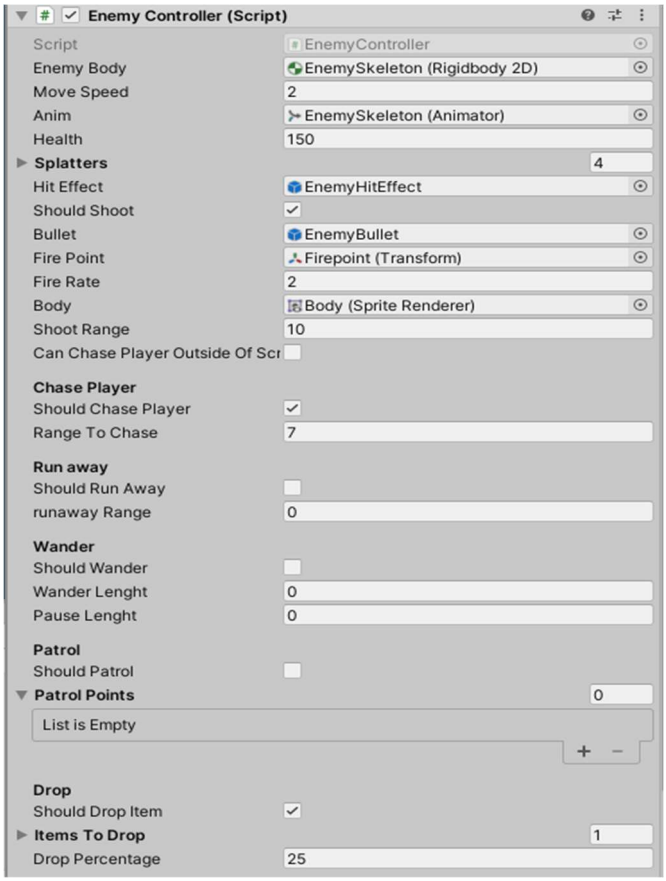
Při tvorbě nepřátel se autor snažil o vytvoření různorodých nepřátel, aby hra byla zábavná a nepřátelé vypadali a chovali se „chytře“. Každý z nepřátel má předdefinované chování a vlastnosti, které lze měnit v editoru a tím je zajištěna možnost vytvářet nové originální variace nepřátel.



Obrázek 21 Ukázka nepřítele Skeleton

Chování nepřátel lze měnit za běhu v Unity editoru nebo v samotném scriptu „Enemy Controller“. Mezi základní implementované chování ve hře patří:

- Should chase player – rozhodnutí, zdali má nepřítel sledovat hráče
    - Range to chase – od jaké vzdálenosti má nepřítel sledovat hráče
- Should runaway – při splnění podmínky se nepřítel pokouší dostat od hráče
    - Runaway range – vzdálenost, od jaké má nepřítel utíkat od hráče
- Should wander – nepřítel se bude náhodně pohybovat po místnosti
    - Wander lenght – jak dlouho potrvá pohyb
    - Pause lenght – délka pauzy mezi náhodnými pohyby
- Should Patrol – nepřítel se pohybuje mezi definovanými body místnosti
    - Patrol points – body umístěné v mísnosti



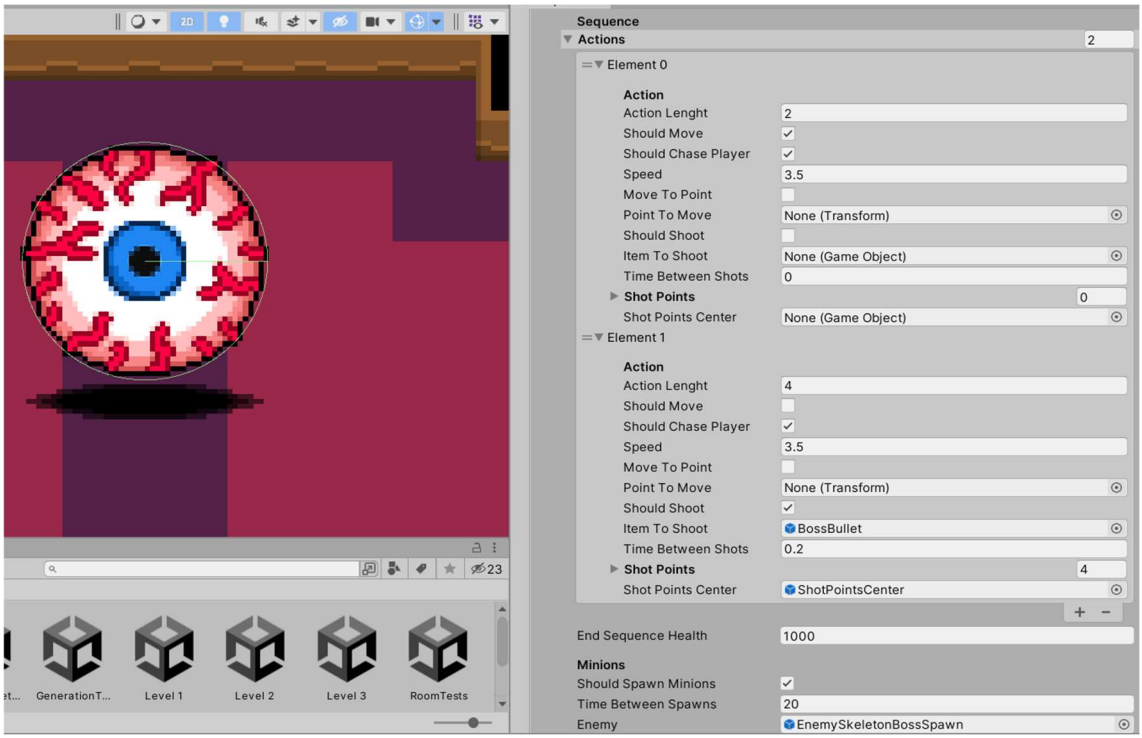
Obrázek 22 Ukázka komponenty script u nepřítele

```
else if (ShouldWander)
{
	if (wanderCounter > 0)
	{
		wanderCounter -= Time.deltaTime;
		moveDirection = wanderDirection;
		if (wanderCounter <= 0)
		{
			pauseCounter = Random.Range(PauseLenght * 0.75f, PauseLenght *
			1.25f);
		}
		if (pauseCounter > 0)
		{
			pauseCounter -= Time.deltaTime;
			if (pauseCounter <= 0)
			{
				wanderCounter = Random.Range(WanderLenght * 0.75f,
				WanderLenght * 1.25f);
				wanderDirection = new Vector3(Random.Range(-1f,1f),
				Random.Range(-1f, 1f), 0);
			}
		}
	}
}
```

Ukázka kódu 2 Chování nepřítele "Wanderer"

Boss

Podle poznatků z teoretické části byl vytvořen boss, který je velmi silný typ nepřítele a jeho návrh je velmi podobný klasickým nepřátelům. Pro bosse byla vytvořena sekvence schopností, která se odvíjí od počtu aktuálních životů. Každá sekvence obsahuje několik po sobě jdoucích akcí bosse.



Obrázek 23 Ukázka vzhledu a sekvence bosse

- Action Lenght – Určuje dobu trvání akce.
- Should move – Aktivní, pokud se nepřítel má pohybovat během akce.
- Should chase player – Aktivní, pokud během akce má následovat hráče.
- Speed – Jakou rychlostí se nepřítel pohybuje.
- Move to point – Akce s pohybem ke stanovenému bodu.
    - Point to move – Bod, k němuž směřuje nepřítel.
- Should shoot – Aktivní, pokud má nepřítel během akce střílet na hráče.
    - Item to shoot – Typ střely.
    - Time between shots – Čas mezi jednotlivými výstřely.
    - Shot points – Identifikace středu nepřítele, kolem kterého následně rotuje bod střelby.
- End sequence health – Počet životů, u kterých nastane přepnutí na další sekvenci.
- Should spawn minions – Akce mimo sekvenci, dochází k vytváření dalších nepřátel.
    - Time between spawns – Čas mezi vytvářením dalších nepřátel.
    - Enemy – Určuje, jaký nepřítel se bude bossem vytvářet.

```
if (Health <= Sequences[currentSequence].EndSequenceHealth
      && currentSequence < Sequences.Count - 1)
{
      currentSequence++;
      Actions = Sequences[currentSequence].Actions;
      currentAction = 0;
      actionCounter = Actions[currentAction].ActionLenght;
}
```

Ukázka kódu 3 Přepnutí sekvence podle aktuálních životů nepřítele

```
if (Sequences[currentSequence].ShouldSpawnMinions)
{
      spawnCounter -= Time.deltaTime;
      if (spawnCounter <= 0)
      {
            spawnCounter = Sequences[currentSequence].TimeBetweenSpawns;
            for(int i = 0; i < Sequences[currentSequence].
            StartNumberOfSpawns; i++)
            {
                  var position = gameObject.transform.position;
                  position.x += Random.Range(-1, 2) * 2;
                  position.y += Random.Range(-1, 2) * 2;

                  var   enemy   =   Instantiate(Sequences[currentSequence].Enemy,
                  position, transform.rotation);
                  enemy.transform.parent = EnemySpawns;
            }
            Sequences[currentSequence].StartNumberOfSpawns++;
      }
}
```

Ukázka kódu 4 Akce v sekvenci, vyvolání dalších nepřátel bossem

```
if (Actions[currentAction].ShouldShoot)
{
      shotCounter -= Time.deltaTime;
      if (shotCounter <= 0)
      {
            shotCounter = Actions[currentAction].TimeBetweenShots;
            Actions[currentAction].ShotPoints.ForEach(x =>
            {
                  Instantiate(Actions[currentAction].ItemToShoot,    x.position,
                  x.rotation);
            });
            Actions[currentAction].ShotPointsCenter.gameObject.transform.
            rotation *= Quaternion.Euler(0f, 0f, 5f);
      }
}
```

Ukázka kódu 5 Akce v sekvenci, při které nepřítel má střílet

5.2.2 Kamera

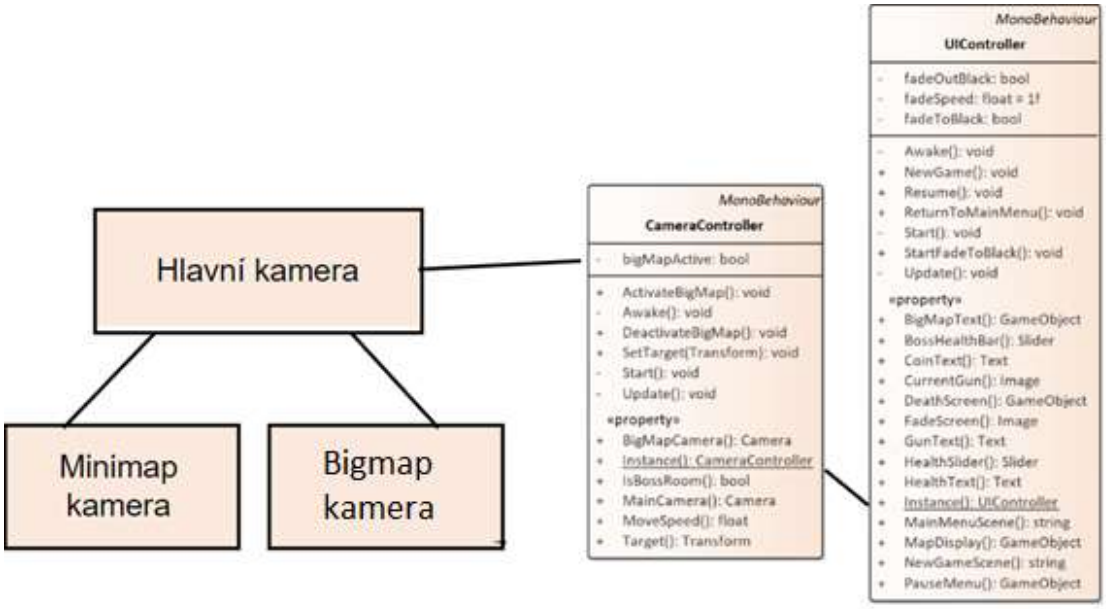
Při tvorbě nového projektu v Unity se vytvoří i hlavní (výchozí) kamera. Hlavní kamera je zodpovědná za zobrazení hry a může být přizpůsobena pomocí různých parametrů. Kamera se v Unity definuje pomocí komponenty „Camera“. Tuto komponentu lze přidat k jakémukoli hernímu objektu, který má transformace, jako je například prázdný herní objekt, nebo hlavní kamera, pokud přidáváme další kameru. Jak bylo zmíněno, komponent kamera má několik nastavení, které ovlivňují její chování. Mezi nejdůležitější patří:

- Near clip plane (z near) – určuje minimální vzdálenost od kamery, při které jsou objekty stále viditelné.
- Far clip plane (z far) – určuje maximální vzdálenost od kamery, při které jsou objekty stále viditelné.
- Background color – určuje barvu pozadí, které je viditelné za objekty ve scéně.
- Target Texture – umožňuje renderování do vybraného souboru v reálném čase, tento soubor lze poté použít například k vytvoření mini mapy.

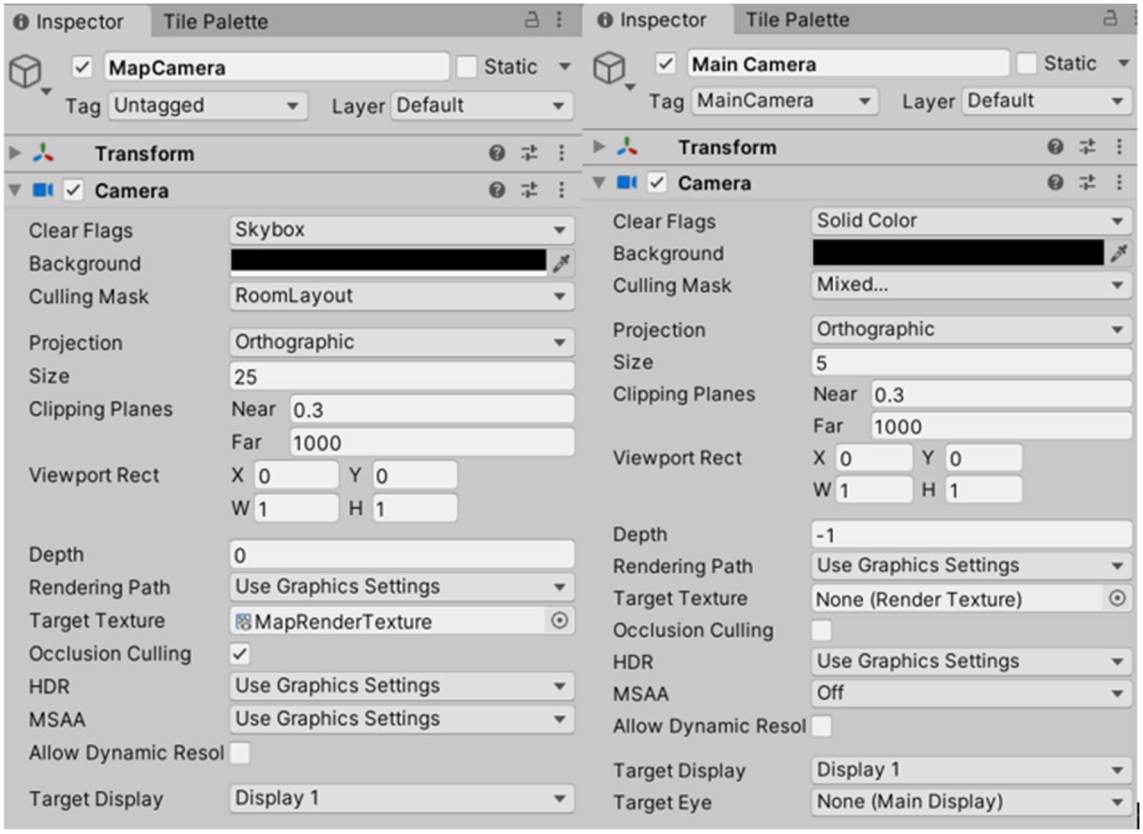
Kamera také umožňuje různé druhy projekcí, jako je perspektivní nebo ortografická projekce. Tyto projekce jsou vhodně pro různé typy her, jelikož mají odlišný vliv na zobrazení scény. Ve hře byly implementovány celkem tři kamery.

- Hlavní (main) kamera, která zobrazuje samotnou hru a UI. Hlavní kamera má 2 potomky
    - Minimap kamera – Určena pro sledování minimapy
    - Map kamera – Kamera je ve výchozím nastavení vypnuta a zapíná se pomocí tlačítka. Při aktivaci překryje celou obrazovku a zobrazí zvětšenou verzi minimapy.

Hlavní kamera sleduje vždy střed místnosti, ve které se hráč nachází. Výjimkou jsou úvodní místnost a finální místnost s bossem, kde kamera sleduje hráče.



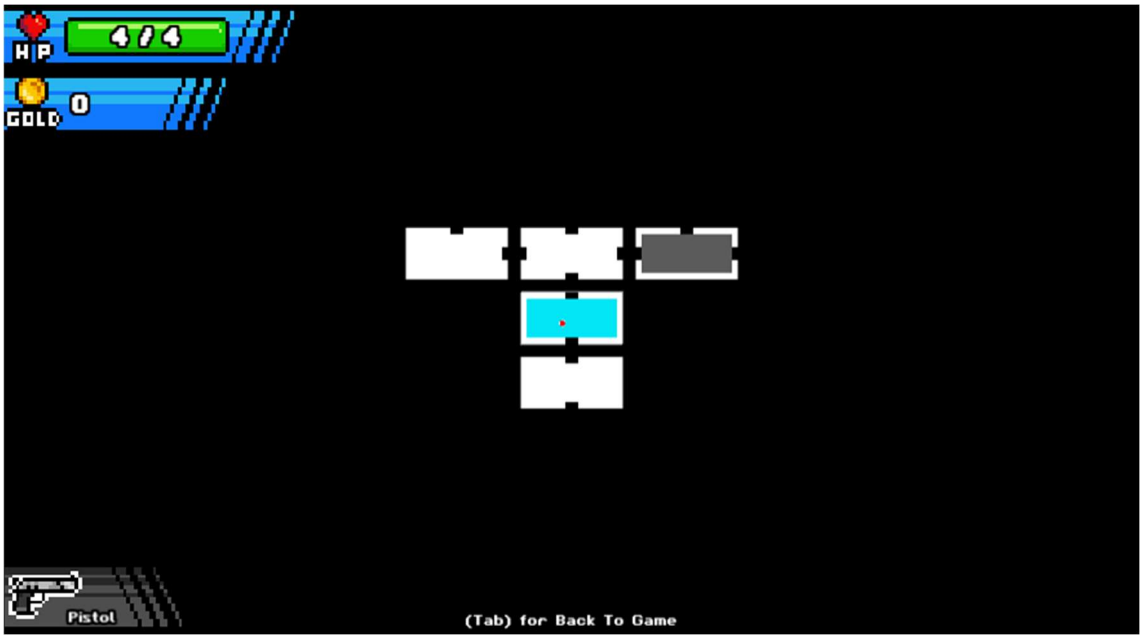
Obrázek 24 Propojení kamer scény a ovládacích scriptů



Obrázek 25 Kamera minimapy a hlavní kamera

Target texture

Target Texture je textura, která slouží jako cílová plocha pro vykreslování grafiky v aplikaci vytvořené v Unity. Tato textura umožňuje ovlivňovat, kam se bude vykreslovat grafika, a umožňuje také získat výstupní data z procesu vykreslování pro další zpracování v rámci aplikace. Autor implementoval Target texture pro vykreslování postupu hrou do textury pomocí minimap camera (viz obr. 25 Map camera, Target texture). Při aktivaci BigMap Camery je použita v UI prvku canvas pro zobrazení v plné velikosti okna.



Obrázek 26 Použití BigMap camery

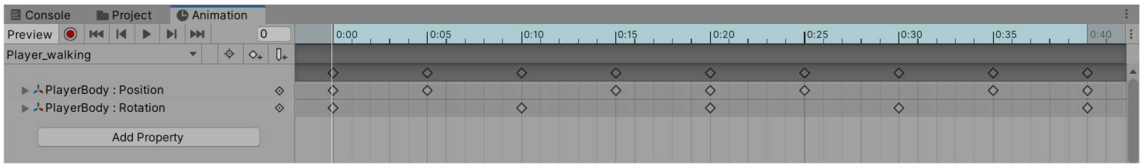
```
public void ActivateBigMap()
{
	if (LevelManager.Instance.IsPaused) return;

	bigMapActive = true;

	BigMapCamera.enabled = true;
	MainCamera.enabled = false;

	PlayerController.Instance.CanMove = false;
	Time.timeScale = 0f;
	UIController.Instance.MapDisplay.SetActive(false);
	UIController.Instance.BigMapText.SetActive(true);
}
```

Ukázka kódu 6 Kód pro aktivaci BigMap camery

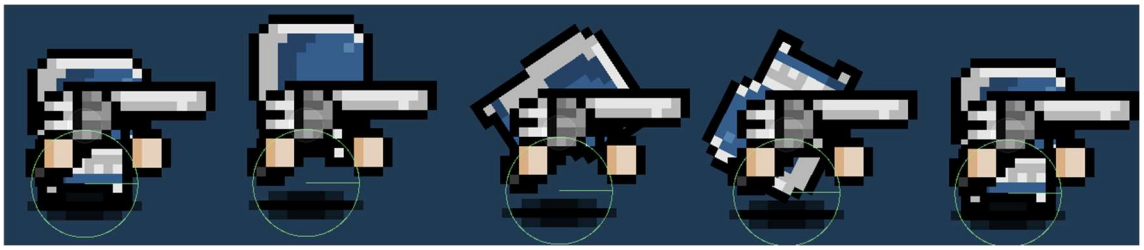
5.2.3 Animator

Animator v Unity je komponenta, která umožňuje animovat 3D modely a objekty v rámci hry nebo aplikace. Animator umožňuje vytvářet komplexní animace pomocí klíčových snímků, přechodů mezi animacemi a nastavování různých parametrů. Animator pracuje s animačními kontroléry, což jsou soubory, které definují, jaké animace se budou přehrávat v závislosti na různých vstupních podmínkách. Vstupní podmínky mohou být například pohyb postavy, interakce s objekty, stavy zdraví postavy a další. Animator také podporuje vrstvy animací, které umožňují přehrávat více animací najednou, jako například pohyb postavy a animaci zbraně v ruce. Díky tomu lze vytvářet plynulé a realistické animace, které zlepšují výsledný vizuální efekt hry nebo aplikace.

V práci byl využit animátor pro hráče a nepřítele. Idle (postava stojí na místě), chůze a kotoulu u hráče.



Obrázek 27 Řídící body pro animaci chůze hráče



Obrázek 28 Ukázka animace kotoulu

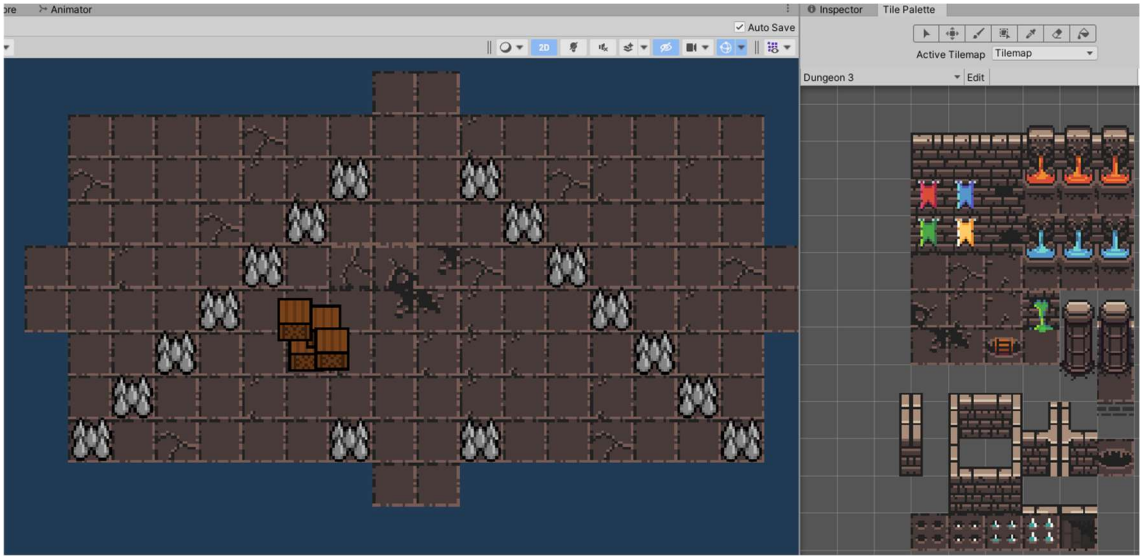
Unity samo dopočítává pozice mezi klíčovými body, aby animace byla plynulá.

5.2.4 Vytváření levelu

Vytváření levelů bylo v práci realizováno pomocí procedurálního (náhodného) generování místností. Každá místnost se skládá ze dvou částí vytvořených v Tile Palette. První část je střed místnosti, který určuje, co se v dané místnosti nachází (nepřátelé, krabice, konec levelu…). Druhou částí je „obrys“ místnosti, který určuje, jakým směrem jsou umístěny východy (nahoře, dole, vlevo, vpravo).

Tile Palette

Tile palette je nástroj v Unity, který slouží pro tvorbu různých dlaždicových map pro hry a umožňuje snadno vytvářet a editovat mapy skládajících se z množství malých dlaždic umístěných vedle sebe. Dlaždice pro tvorbu mapy lze vytvořit pomocí PNG obrázku, který musí být ale předem připraven. Všechny dlaždice v PNG obrázku musí mít stejnou velikost a umístěny vedle sebe v obrázku. Pokud je obrázek správně naformátován, po přidání obrázku do tile palette by se dlaždice měly automaticky rozpoznat a objevit v seznamu dlaždic v paletě.



Obrázek 29 Editor středu místnosti

Generování levelů

Pro náhodné generování autor vytvořil script, který na počátku vytvoří začáteční místnost a následně posune generační bod do náhodného směru. Poté algoritmus začne rozmisťovat body generace (na minimapě jsou tyto body znázorněny barevnými čtverci). Pokud má level obsahovat speciální typy místností, jako jsou obchod či místnost s truhlou, označí náhodný bod v určeném intervalu jako speciální místnost. Poté se každému bodu přiřadí obrys (stěny s vchody a východy), který propojí všechny sousedy v okolí místnosti. Jako poslední krok přiřadí speciálním místnostem jejich střed a zbytku střed náhodný.

```
if (IncludeShop)
{
	int shopSelector = Random.Range(MinDistanceToShop, MaxDistanceToShop);
	ShopRoom = layoutRoomObjects[shopSelector];
	layoutRoomObjects.RemoveAt(shopSelector);

	ShopRoom.GetComponent<SpriteRenderer>().color = ShopColor;
}
```

Ukázka kódu 7 Kód pro umístění bodu speciální místnosti „obchod“

```
if (IncludeGunRoom)
{
	if (outline.transform.position == GunRoom.transform.position)
	{
		Instantiate(CenterGunRoom, outline.transform.position,
		transform.rotation).Room = outline.GetComponent<Room>();
		generateCenter = false;
	}
}
```

Ukázka kódu 8 Kód pro vygenerování speciální místnosti „místnost se zbraní“

```
public void MoveGenerationPoint()
{
	GeneratorPoint.position += SelectedDirection switch
	{
		Direction.Up => new Vector3(0f, yRoomOffset, 0f),
		Direction.Down => new Vector3(0f, -yRoomOffset, 0f),
		Direction.Left => new Vector3(-xRoomOffset, 0f, 0f),
		Direction.Right => new Vector3(xRoomOffset, 0f, 0f),
		=> GeneratorPoint.position
	};
}
```

Ukázka kódu 9 Kód upraveného switch case pro posun generačního bodu

5.2.5 Testování

V rámci testování byla vytvořena hra sestavená v Unity Enginu a vydaná na platformu k digitální distribuci her Itch.io. Ke hře byl připnut kontakt na autora pro zpětnou vazbu a hra byla v průběhu času podle zpětné vazby upravována. Celkem přišlo 19 zpráv se zpětnou vazbou. Nejčastějšími připomínkami bylo:

Tabulka 2 Zpětná vazba ke hře a její řešení

Zpětná vazba ke hře		
Připomínky	Řešení	Poznámka autora práce
Bodce poškozují hráče ve velkém okruhu.	Bodcům byla zmenšena kolizní obálka.	
Nepřátelé útočí na hráče hned po vstupu do místnosti, takže hráč nemá šanci se ani zorientovat.	Všechny místnosti s nepřáteli jsou při vstupu zmraženy na 0.5 sekundy.	
Hráč se pohybuje moc pomalu.	Hráčova rychlost byla zvýšena.	
Nepřátelé jsou moc silní.	Neřešeno.	Nepřátelé a hra celkově byla navrhnuta, aby prověřila hráčovy schopnosti. Obtížnost nepřátel v závislosti na rychlosti pohybu, ekonomickému systému hry, zbraním a dalších faktorů tomu byla uzpůsobena. Proto tato připomínka nebyla nijak řešena.
Boss působí nezajímavě, je jednoduchý na zdolání.	Bossova sekvence akcí byla upravena, byla přidána další akce, kde boss vytváří další nepřátelé čímž se zvýšila obtížnost.	
Přidání zbraní nablízko, aktivní předměty na jedno použití jako granáty, házecí nože apod.	Neřešeno.	Z časových důvodů nebylo možné implementovat nové funkce do hry. Ale v budoucích verzích hry je v plánu tyto funkce přidat.

6 Shrnutí výsledků

V práci byl shrnut postup vytváření konceptu hry za využití principů herního návrhu. Práce se zabývala správným navržením herního designu a problematikou návrhu. Vysvětlila, co je to dokument herního designu.

Práce dále pojednává o tom, jak správně navrhnout hratelnost pomocí několika principů návrhu hratelnosti tak, aby měl hráč co největší přehled o tom, co se ve hře děje, kam má jít a co by měl očekávat. V práci byly dále popsány herní mechanismy a jejich správné použití při vývoji her. Práce popisuje herní prostory, ve kterých se hry odehrávají, jaké stavy a atributy mohou mít objekty. Práce přibližuje pohled na jednotlivá herní pravidla, dovednostní mechanik a jak prvky náhody zvyšují hráčův požitek ze hry. Dále bylo vysvětleno, jak se tvoří levely hry, včetně některých typů levelů, a jak vytvořit takový level, který bude mít správný tok a hráč se v něm nebude zasekávat. Práce se zabývá tím, jak levely udělat zajímavé pomocí správného umístění objektů a nepřátel. Práce dále pojednává o tom, co by měl obsahovat dobrý design nepřátel a bossů, jejich umístění ve hře a chování, které typy chování jsou dobré v určitých příležitostech. V práci bylo zmíněno procedurální generování a práce popsala funkčnost některých z typů procedurálního generování levelů.

Práce dále obsahuje základní informace o populárních herních enginech. Na základě autorových kritérii a zkušeností dané enginy byly porovnány a kritéria bodově ohodnocena. Engine s nejvíce body byl zvolen pro praktickou část.

Závěrečná část se zabývala aplikováním poznatků z teoretické části při vývoji 2D hry ve vybraném enginu. Práce popsala jednotlivé části v dokumentu herního designu a dále se zabývala popisem některých důležitých částí využitých při vývoji her jakým a jakým způsobem byly při vývoji použity.

7 Závěry a doporučení

V rámci bakalářské práce byla vytvořena počítačová 2D hra v Unity Enginu, která byla následně distribuována na platformu Itch.io. Práce bude v budoucnu jistě rozšířena o další funkcionality, a to z důvodu, že hra není v plné verzi. Do hry budou postupně přidávány funkce s ohledem na připomínky testerů a představy autora hry.

Vzhledem k jednočlenné práci na hře nebylo možné implementovat vše, co by správná hra měla mít, například není implementován příběh, omezená paleta nepřátel a možných místností, animace nejsou dostačující, generování levelů je potřeba nutně vylepšit, AI nepřátel je velmi jednoduché a do budoucna bude nutné implementovat obcházení překážek.

Práce přesto naplnila autorova očekávání a cíle práce byly splněny.

8 Seznam použité literatury

[1] SALEN, Katie and Eric ZIMMERMAN. Rules of play: Game design fundamentals. B.m.: The MIT Press, 2010.

[2] FEBRUARY 27, Matt Allmer Blogger a 2009. The 13 Basic Principles of Gameplay Design. *Game Developer* [online]. 27. únor 2009 [vid. 2023-01-25]. Dostupné z: https://www.gamedeveloper.com/design/the-13-basic-principles-of-gameplay-design

[3] SCHELL, Jesse. The Art of Game Design: A book of lenses. B.m.: CRC Press/Balkema, 2008.

[4] What are Video Game Mechanics? (Learn for Free) [online]. 11. březen 2017 [vid. 2023-02-06]. Dostupné z: https://www.gamedesigning.org/learn/basic-game-mechanics/

[5] PARLETT, David. Oxford History of Board Games. Oxford; New York: Oxford University Press, 1999. ISBN 978-0-19-212998-7.

[6] 40 % světové populace hraje hry – INDIAN [online]. [vid. 2023-02-13]. Dostupné z: https://indian-tv.cz/clanek/40-svetove-populace-hraje-hry-8i1cwa

[7] Global gaming penetration by country 2022. Statista [online]. [vid. 2023-02-13]. Dostupné z: https://www.statista.com/statistics/195768/global-gaming-reach-by-country/

[8] How Many Gamers Are There? (New 2023 Statistics). Exploding Topics [online]. 7. říjen 2022 [vid. 2023-02-13]. Dostupné z: https://explodingtopics.com/blog/number-of-gamers

[9] HALPERN, Jared. Developing 2D games with Unity: indipendent game programming with C#. [New York, NY]: APress, [2019]. ISBN 9781484237717.

[10] BOEN, James. Sound in Video Games: How Sound Is an Important Aspect of the Virtual Experience. 2021

[11] FULLERTON, Tracy. Game Design Workshop: A playcentric approach to creating innovative games. B.m.: CRC Press, 2019.

[12] ROGERS, Scott. Level up!: The guide to great video game design. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

[13] TOTTEN, Chris. *Game character creation with blender and unity*. Indianopolis, Ind: John Wiley & Sons, Inc, 2012.

[14] CO, Phil. *Level design for games: Creating compelling game experiences*. Berkeley: New Riders., 2006.

[15] IAN SCHREIBER and BRENDA BRATHWAITE. Challenges for Game Designers. Boston, Mass: Course Technology, 2009.

[16] TOTTEN, Christopher W. An architectural approach to level design. Boca Raton: CRC, Taylor & Francis Group, 2014.

[17] KOSTER, Raph. A theory of fun for game design. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2014.

[18] Level design types. Games Design Course - Harrison Preston [online]. 17. září 2018 [vid. 2023-02-25]. Dostupné z: https://gamesdesign658.wordpress.com/level-design-types/

[19] Flow [online]. [vid. 2023-02-26]. Dostupné z: https://book.leveldesignbook.com/process/layout/flow

[20] Level Flow - Valve Developer Community [online]. [vid. 2023-02-28]. Dostupné z: https://developer.valvesoftware.com/wiki/Level_Flow

[21] FEBRUARY 05, Tanya X. Short Blogger a 2014. Level Design in Procedural Generation. Game Developer [online]. 4. únor 2014 [vid. 2023-02-28]. Dostupné z: https://www.gamedeveloper.com/design/level-design-in-procedural-generation

[22] Dille, F., & Platten, J. Z. (2011). The ultimate guide to video game writing and Design. Lone Eagle.

[23] Enemy design [online]. [vid. 2023-03-01]. Dostupné z: https://book.leveldesignbook.com/process/combat/enemy

[24] Game AI Basics - Patrolling. Mike Xiao [online]. 14. říjen 2017 [vid. 2023-03-02]. Dostupné z: http://magickaichen.com/game-ai-basics-create-a-wandering-enemy/

[25] Characteristics of Good Enemy Design [online]. 2020 [vid. 2023-03-02]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=01wMwld2_38

[26] GAMEDESIGNLOUNGE. Making a Video Game Boss: Design and Structure. Game Design Lounge | Video Game Level, Character, and Story Design [online]. [vid. 2023-03-02]. Dostupné z: https://gamedesignlounge.com/making-a-video-game-boss/

[27] FINALBOSS. The History of Video Games: From Pong to Fortnite. FinalBoss [online]. 21. prosinec 2022 [vid. 2023-03-03]. Dostupné z: https://finalboss.io/history-video-games/

[28] SHARMA, Aakrit. How many people play Minecraft? 2023 player count. Charlie INTEL [online]. 15. únor 2023 [vid. 2023-03-03]. Dostupné z: https://www.charlieintel.com/how-many-people-play-minecraft-2022-player-count/195437/

[29] JOHN. The History of Video Games. Culture of Gaming [online]. 22. prosinec 2022 [vid. 2023-03-03]. Dostupné z: https://cultureofgaming.com/the-history-of-video-games/

[30] Short, T. X., & Adams, T. (2017). Procedural generation in Game Design. Taylor & Francis, CRC Press.

[31] TALLE, Job. Random procedural generation [online]. [vid. 2023-03-04]. Dostupné z: https://jobtalle.com/random_procedural_generation.html

[32] HENDRIKX, Mark, Sebastiaan MEIJER, Joeri VELDEN a Alexandru IOSUP. Procedural Content Generation for Games: A Survey. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP) [online]. 2013, 9. Dostupné z: doi:10.1145/2422956.2422957

[33] Christian Mills - Notes on Procedural Map Generation Techniques [online]. 9. prosinec 2021 [vid. 2023-03-04]. Dostupné z: https://christianjmills.com/posts/procedural-map-generation-techniques-notes/index.html

[34] SCHARDON, Lindsay. What is Unity? – A Guide for One of the Top Game Engines. GameDev Academy [online]. 13. leden 2023 [vid. 2023-03-04]. Dostupné z: https://gamedevacademy.org/what-is-unity/

[35] Godot Engine [online]. C++. B.m.: Godot Engine. 4. březen 2023 [vid. 2023-03-04]. Dostupné z: https://github.com/godotengine/godot

[36] Unreal Engine 5 - Unreal Engine [online]. [vid. 2023-03-04]. Dostupné z: https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5

[37] LLP, Vasundhara Infotech. 2D Game VS 3D Game: Which is Better for Game development? Vasundhara Infotech llp [online]. 5. říjen 2022 [vid. 2023-03-06]. Dostupné z: https://vasundhara.io/blogs/2d-game-vs-3d-game

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ
Fakulta informatiky a managementu
Akademický rok: 2021/2022

Studijní program: Aplikovaná informatika
Forma studia: Prezenční
Obor/kombinace: Aplikovaná informatika (ai3-p)

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení:	**Dominik Kolouch**
Osobní číslo:	**I2000378**
Adresa:	Pod Šibeníkem 396, Křižanov, 59451 Křižanov, Česká republika
Téma práce:	Vývoj počítačových her v enginu Unity
Téma práce anglicky:	Development of computer games in the Unity engine
Jazyk práce:	Čeština
Vedoucí práce:	Ing. Jakub Beneš Katedra informatiky a kvantitativních metod

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je prozkoumat a přiblížit čtenáři proces vývoje počítačových her. Od návrhu, přes samotný vývoj až po následné vydání hry na existujících a populárních platformách. Dále porovnat vybrané herní enginy podle vybraných kritérií. V praktické části práce pak vyvinout počítačovou hru ve vybraném herním enginu za použití poznatků z teoretické části práce.

Osnova:

- Úvod
- Herní design
- Vývoj počítačových her
- Porovnání herních enginů
- Vývoj počítačové hry ve vybraném enginu
- Shrnutí, výsledky, závěr, literatura

Seznam doporučené literatury:

- Developing 2D Games with Unit – Jared Halpern
- The Art of Game Design: A Book of Lenses – Jesse Schell
- Programming Game ai by example – Mat Buckland

Podpis studenta: 

Datum: 20.4.2023

Podpis vedoucího práce: 

Datum: 12. 4. 2023