



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Pavel Halbich

Tau Ceti f 2 – budovatelská počítačová hra se strategickými prvky

Katedra distribuovaných a spolehlivých systémů

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Pavel Ježek, Ph.D.

Studijní program: Informatika

Studijní obor: Programování a softwarové systémy

Praha 2017

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

V dne

Podpis autora

Děkuji mému vedoucímu Pavlu Ježkovi za pomoc s touto prací, mým rodičům za podporu a pevné nervy, mé přítelkyni Veronice taktéž za podporu a pomoc s 2D grafikou a Jiřímu Kurčíkovi za laskavé poskytnutí práv na použití jeho hudební tvorby v mé hře.

Název práce: Tau Ceti f 2 – budovatelská počítačová hra se strategickými prvky

Autor: Pavel Halbich

Katedra: Katedra distribuovaných a spolehlivých systémů

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Pavel Ježek, Ph.D., Katedra distribuovaných a spolehlivých systémů

Abstrakt: Abstrakt.

Klíčová slova: klíčová slova

Title: Tau Ceti f 2 – A Creative Computer Game with Strategic Elements

Author: Pavel Halbich

Department: Department of Distributed and Dependable Systems

Supervisor: Mgr. Pavel Ježek, Ph.D., Department of Distributed and Dependable Systems

Abstract: Abstract.

Keywords: key words

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Cíle práce	3
2	Analýza zadání	4
2.1	Stávající implementace mechanismů	4
2.2	Rozbor zadání	4
2.3	Cíle práce	4
3	Detailní analýza	5
3.1	Herní engine	5
3.1.1	Vlastní engine	5
3.1.2	Nízkoúrovňový framework	5
3.1.3	Existující herní engine	5
3.2	Bloky	6
3.2.1	Standardní bloky	7
3.2.2	Speciální bloky	7
3.3	Vlastnosti bloků	8
3.3.1	Elektrika	9
3.3.2	Kyslík	9
3.3.3	Označovatelnost	9
3.3.4	Možnost vzít do inventáře	9
3.3.5	Interakce	9
3.4	Bloky v herním světě	9
3.5	Počasí	9
3.6	Hráčova postava	9
3.7	Inventář	9
3.8	Ukládání hry	10
3.9	Doplňující vlastnosti	10
3.9.1	DLC	10
3.9.2	Lokalizace	10
3.9.3	Hudba	10
4	Backlog	11
5	Programátorská dokumentace	12
5.1	Struktura kódu	12
5.1.1	Struktura modulu	12
5.1.2	Modul Commons	13
5.1.3	Modul Game Save	13
5.1.4	Modul Blocks	13
5.1.5	Modul Inventory	14
5.1.6	Modul TauCetiF2	15
5.2	Struktura projektu v Unreal Engine	15
6	Backlog	16

7	Uživatelská dokumentace	17
8	Závěr	18
8.1	Zhodnocení práce	18
8.2	Budoucí práce	18
	Seznam použité literatury	19
	Seznam obrázků	20
	Seznam použitých zkratek	21
	Přílohy	22

1. Úvod

V době vzniku této práce jsou velice populární budovatelské hry s otevřeným světem. Autor této práce si je taktéž rád zahraje a rád by touto prací představil svoji vizi dalšího možného rozvoje tohoto žánru.

Tyto hry se vyznačují tím, že hráč využívá stavebních bloků k tomu, aby rozšiřoval své herní možnosti v těchto světech. Dalším společným prvkem je přítomnost zdraví hráčova avataru (postavy, za kterou hráč hraje) a dalších survival atributů. Dokonce můžeme tvrdit, že je hráč nucen využívat alespoň určité minimum bloků, protože jinak by v herním světě nepřežil a tím hra obvykle končí.

Některé hry (kupříkladu *Minecraft* nebo *Terraria*) využívají stavebních bloků jako základního konceptu a tyto bloky pak tvoří celý herní svět. Tím je dosažena jednotná stylizace herního světa. Jiné (*Space Engineers*, *Medieval Engineers*) využívají kombinaci herních bloků s voxelovou reprezentací světa a tím dosahují vyššího stupně realismu ve hře. Můžeme však nalézt i další příklady her (// TODO *Take on Mars*, *Novus Inceptio*, *Planet Nomads*, *ARK Survival Evolved*, *No man's sky*).

Obvykle je ve hře definován jeden základní rozměr bloku, který je neměnný (*Space Engineers* definuje více velikostí – ty však nelze vzájemně kombinovat). To však může být problémem, pokud se hráč rozhodne postavit v herním světě nějakou větší a komplexnější strukturu podle reálné či fiktivní předlohy. Pro příklad uveďme některé výtvořiny ze hry *Minecraft*:

- King's landing z knih *Píseň ledu a ohně*
- Minas Tirith - hlavní město Gondoru z univerza J.R.R. Tolkiena

Autoři těchto výtvořin museli volit takové měřítko, aby byly výtvořiny dostatečně detailní, ale zároveň aby bylo možné výtvořinu postavit v nějakém rozumném čase. Obecně ale můžeme říct, že čím větších detailů chtěli autoři dosáhnout, tím větší musel celý výtvořina být, ale za cenu toho, že velké plochy trvaly o to déle.

V této práci se chceme zaměřit na to, aby hráč mohl ovlivnit velikost stavěných bloků. Tedy aby mohl snadno stavět rozsáhlé struktury, ale zároveň aby se mohl piplát s detaily, pokud je to hráčovým cílem.

1.1 Cíle práce

Tato práce by měla naplnit následující cíle:

- Bloky
- TODO

2. Analýza zadání

V této části provedeme rozbor toho, jak různé hry v současné době přistupují k řešení jednotlivých součástí hry.

2.1 Stávající implementace mechanismů

- v dalším textu budeme vycházet z her:

Minecraft

Space Engineers / Medieval Engineers

- popsat, jak je to v jednotlivých zmíněných hrách (musel jsem je nutně hrát všechny?)
- popsat velikosti bloků, nějaké zákonitosti, fyziku
- popsat strategické mechaniky

2.2 Rozbor zadání

Zde bychom měli popsat, co by se nám ve hře líbilo a stanovit reálnost implementace

Nejspíše se text bude prolínat s kapitolou - dalším vývojem?
Měl bych si tu vysnit celou hru, nebo to spíše seškrtnat?

- tedy že bychom chtěli panduláka, jaké pohledy
- a že bychom s ním chtěli chodit a stavět a bourat
- ale že nám taky může umřít - počasí, kyslík
- popsat svět, bloky, co by asi měly umět

2.3 Cíle práce

3. Detailní analýza

V této kapitole podrobně rozebereme cíle práce

3.1 Herní engine

Nyní už víme, čeho bychom chtěli dosáhnout a je na čase vyřešit, jak toho dosáhneme. V první řadě bychom se měli zamyslet nad tím, jaký herní engine použijeme. Díky tomu budeme moci počítat s možnostmi a omezeními danými touto volbou. V zásadě máme několik možností:

- Implementace vlastního engineu
- Použití existující nízkoúrovňový framework
- Použití existující herní engine

Každá volba má své pro a proti, což podrobně rozebereme v následujících odstavcích.

3.1.1 Vlastní engine

Hlavní výhodou, ale zároveň nevýhodou této volby je to, že bychom si všechny potřebné součásti engineu (třeba renderování) museli napsat sami. Tím bychom měli naprostou kontrolu nad celým produktem, ale zabralo by nám to netriviální množství času. Vzhledem k rozsahu plánované funkcionality by tato volba byla nepraktická a tedy touto cestou se nevydáme.

3.1.2 Nízkoúrovňový framework

Máme na výběr z více druhů frameworků postavených na různých platformách. Mezi známějšími bychom mohli uvést například XNA (C#) nebo Ogre (C++). Oba frameworky jsou k dispozici zdarma, nicméně jejich podpora stagnuje. Implementace hry s použitím některého z těchto frameworků by byla rychlejší než v předchozím případě, ale stále bychom museli spoustu funkcionality implementovat sami.

3.1.3 Existující herní engine

V této kategorii máme nejvíce možností jak rychle implementovat celou práci. Zástupců je opět mnoho, nicméně mezi nejoblíbenější se řadí Unity (C#) a Unreal Engine (UE)(C++), které jsou oba zdarma. Díky práci komunity pro oba enginey existuje i kvalitní dokumentace. Navíc jsou enginey obvykle multiplatformní a tedy existuje zde snadný postup distribuce na různé typy herních zařízení. Při rešerši jsme zjistili následující klady a zápory:

3.1.3.1 Unity

Výhoda (ale i nevýhoda) Unity je celkově v jednoduchosti. Engine nabízí dostatečné možnosti i pro tvorbu AAA herních titulů, ale za cenu toho, že si toho autoři musejí dost napsat sami (oproti UE).

- Klady
 - Pokud bychom chtěli modifikovatelný či nějakým způsobem dynamický terén, Unity implementuje podporu modifikace terénu.
- Zápory
 - Při řešení jsme řešili podporu dynamického navigačního meshe, která v Unity nebyla příliš dobrá. Při změně prostředí docházelo k lagům během přepočtu navmeshe. To by byl při umísťování bloků zásadní problém.
 - Další nevýhodou je podpora materiálů, kdy bychom snadným způsobem nedosáhli vizuálně přitažlivého prostředí.

3.1.3.2 Unreal Engine

Oproti Unity je UE podstatně komplexnější a pochopení všech vztahů a závislostí může být pro začínajícího herního programátora obtížné. Dalším zdrojem problémů může být i programování v C++, které je navíc díky technologii Unreal Build Tool (UBT) trochu jiné než klasické C++ a je potřeba dodržovat standardy definované UE.

- Klady
 - Komplexnější engine (UE je primárně určen pro vývoj AAA titulů)
 - Oproti Unity lepší podpora materiálů — i negrafik může snadno vytvořit vizuálně přitažlivé povrchy objektů a nemusí se přitom zabývat psaním vlastních shaderů
 - Rychlý dynamický navmesh
- Zápory
 - Komplexnější engine

Nakonec jsme zvolili poslední možnost - Unreal Engine. Autorovy znalosti především z oblasti C# sice hovořily pro použití Unity, nicméně výhody použití UE převážily nad nevýhodami i všemi výhodami Unity. // TODO tohle chce vyladit

3.2 Bloky

- Herní svět je složen z bloků
- velikost bloků je omezena, minimální velikost bloku je 20 na 3 cm
- maximální velikost bloku je 20ti násobek
- mám různé tvary - krychle, stranově seříznutá krychle, tělně říznutá krychle (obrázky)
- pak jsou zde i speciální tvary - ty bylo nutné vymodelovat v Cinemě4D
- speciální tvary definují svoji pevnou velikost, od této definice se pak odvíjí další vlastnosti (výpočet zdraví, energie bloku)

3.2.1 Standardní bloky

- ty různé krychle

3.2.1.1 Kvádr

- všechny velikosti
- má elektriku

3.2.1.2 Kvádr seříznutý stranou

- všechny velikosti
- má elektriku

3.2.1.3 Kvádr říznutý tělem

- všechny velikosti
- má elektriku

3.2.1.4 Kvádr – základový

- velikost v ose Z omezena na 4 základní bloky
- má elektriku

3.2.1.5 Kvádr seříznutý stranou – základový

- velikost v ose Z omezena na 4 základní bloky
- má elektriku

3.2.1.6 Kvádr – polykarbonát

- všechny velikosti
- má elektriku

3.2.2 Speciální bloky

- popsat speciality

3.2.2.1 Napájené okno

- minimální velikost 2 x 1 x 2, maximální velikost 20 x 1 x 20 základních bloků
- má elektriku

3.2.2.2 Terminál

- speciální, pevná velikost 1 x 8 x 5 bloků
- má elektriku

3.2.2.3 Dveře

- speciální, pevná velikost 7 x 7 x 11 bloků
- má elektriku

3.2.2.4 Kyslíková nádoba

- speciální, pevná velikost 2 x 2 x 2 bloků
- má kyslíkovou komponentu

3.2.2.5 Plnička kyslíkové nádoby

- speciální, pevná velikost 4 x 3 x 4 bloků
- má elektriku, kyslíkovou komponentu

3.2.2.6 Baterie

- speciální, pevná velikost 3 x 3 x 3 bloků
- má elektriku

3.2.2.7 Generátor bloků

- omezená velikost v ose Z na 2 bloky, jinak 3 x 3 až 20 x 20 v ostatních osách
- má elektriku

3.2.2.8 Generátor energie

- omezená velikost v ose Z na 2 bloky, jinak 3 x 3 až 20 x 20 v ostatních osách
- má elektriku

3.2.2.9 Světlo

- velikost omezena na 1 x 1 x 1 blok
- má elektriku

3.2.2.10 Spínač

- velikost omezena na 1 x 1 x 1 blok
- má elektriku

3.3 Vlastnosti bloků

- bloky mohou mít několik vlastností:
 - mít možnost elektriky a zapojení do elektrické sítě
 - mít možnost uchování kyslíku, v případě použití elektirky pak i generování
 - bloky mohou být použitelné, tj. hráč s nimi může nějakým způsobem interagovat
 - bloky mohou být sebratelné, tedy hráč si je může dát do svého inventáře.
- vlastnosti jako třeba uchovaná hodnota kyslíku, pak zůstávají zachované
- bloy mohou být zákadem pro rozpoznávání tvarů (TODO)

3.3.1 Električka

3.3.2 Kyslík

3.3.3 Označovatelnost

3.3.4 Možnost vzít do inventáře

3.3.5 Interakce

3.4 Bloky v herním světě

- je více možností. Uchování pole 50000 x 50000 x 25000 // todo ověřit je nesmysl.
- nepotřebujeme otevřený svět bez mřížky (pozdější aktualizace ME, jinak SE), takže budeme hledat nějakou variantu stromové struktury
 - nabízí se možnost clustorování budov a shlukování do skupin, s následnou optimalizací počtu hladin
 - my jsme zvolili K-D strom kombinovatný s AABB. (proč?)
 - náš strom má optimalizaci jedinného potomka, v případě potřeby se degeneruje do úrovně níže, případně rozpadne na podčásti a rekurzivně se přidá.
 - díky této variantě se můžeme snadno dotazovat na sousedy, což je hlavní cíl (proto)

3.5 Počasí

- počasí chceme proměnlivé ale s tím, že gamedesignéři mohou snadno ovládnout výsledné počasí, případně aby šlo snadno rozšířit varianty pro různé herní módy
 - budeme mít ve světě umístěnou entitu (Pawn) ovládaný AI Controllerem - to z toho důvodu, že pro AI Controller můžeme použít BehaviorTree
 - popsat ideu BT
 - další možnosti by byly, že bychom prostě použili update smyčku nějakého Actora - není potřeba, tohle se vyřeší updatem na komponentě

3.6 Hráčova postava

- pohled 1st person, 3rd person
- má komponenty kyslíku, energie
- může stavět, interagovat s bloky
- může zařvat

3.7 Inventář

- je to vlastnost hráče
- v inventáři má několik přepínatelných banků
- bank může být se stavitelnými bloky nebo s inventárními předměty
- bank je možné filtrovat

- důvod pro použití banku - rychlé přepnutí při stavění (minecraft složitá organizace při stavění a použití 10+ druhů bloků)

3.8 Ukládání hry

- vše se musí korektně uložit
- ?? specifikace binárního formátu zde, nebo v programátorský?

3.9 Doplnující vlastnosti

3.9.1 DLC

- můžeme dodávat extra bloky (ukázka!)

3.9.2 Lokalizace

- použití lokalizace

3.9.3 Hudba

- atmosférický hudební doprovod

4. Backlog

- Svět + jak vypadá + jak je reprezentován (K-D tree zde, nebo v programátorské?)
- Popsat bloky, velikosti
- Popsat komponenty bloků (že je něco jako komponenta elektriky, komponenta vzduchu)
- Popsat hratelnou postavičku (že má taky možnost elektriky a kyslíku)
- Popsat počasí - že má taky svoji blokovou reprezentaci a že je na pozadí Behavior Tree, který to celé řídí (ovlivňování konfigurace v programátorské části)
- Popsat implementaci elektriky // TODO dodělat ve hře
- Popsat implementaci rozpoznávání tvarů // TODO dodělat ve hře
- Popsat způsob ukládání a načítání hry (to je možná až do Progr. sekce?)
- Popsat, že bychom chtěli nějaké UI + nabídky menu
- Popsat, že bychom chtěli základní hudbu
- Popsat, že máme něco jako inventář s možností nějaké správy bloků
- Stejně tak pro builder + herní terminály //TODO doimplementovat

5. Programátorská dokumentace

5.1 Struktura kódu

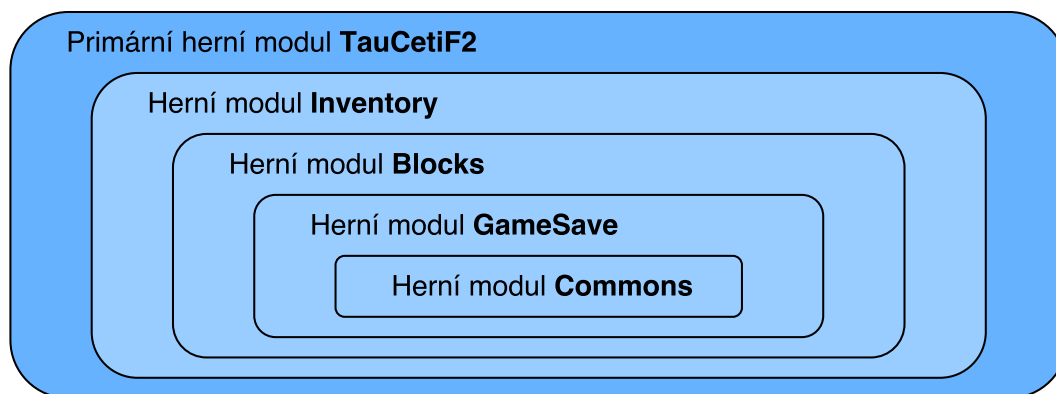
Protože jsme zvolili implementaci práce v UE, můžeme využít toho, že engine umožňuje rozdělit celý herní projekt do jednotlivých herních modulů[1]. Tím docílíme modularity, nebudeme mít celý projekt v jednom kuse a zároveň tím urychlíme překlad projektu při kompilaci.

Každý UE projekt musí definovat právě jeden primární herní modul. Pokud využijeme možnosti vytvoření nového projektu založeného na C++, editor tento modul automaticky vytvoří za nás. My jsme pojmenovali náš projekt **TauCetiF2** a tak se jmenuje i náš primární modul.

Jednotlivé části projektu jsme rozdělili do několika herních modulů:

1. TauCetiF2 (primární modul)
2. Inventory
3. Blocks
4. Game Save
5. Commons

Herní moduly jsme seřadili dle jejich závislosti tak, že každý modul závisí na všech modulech s vyšším očíslováním. Tedy primární modul využívá všech ostatních modulů a poslední modul (Commons) není závislý na žádném dalším modulu. Pro lepší představu můžeme tyto souvislosti vyjádřit obrázkem 5.1:



Obrázek 5.1: Diagram závislostí modulů projektu.

5.1.1 Struktura modulu

Všechny moduly dodržují společnou strukturu. Obsahují:

- složku **Public**
- složku **Private**

- soubor `[název_modulu].Build.cs`
- soubory `[název_modulu].h`, `[název_modulu].cpp`

Každý modul pak má hlavičkové soubory ve složce Public, implementaci tříd pak ve složce Private. Poslední tři soubory jsou kvůli UBT a použitím herních modulů v rámci UE

5.1.2 Modul Commons

Tento modul je základním modulem, který na jednom místě definuje všechny potřebné informace, které využívají ostatní moduly. Jedná se zejména o definici herních konstant (`GameDefinitions.h`), či definice všech sdílených enumerátorů (`Enums.h`). Najdeme zde také prapředka použité herní instance

```
// TODO link na ue docs
```

Tuto vlastní implementaci herní instanci využijeme pro ukládání nalezených bloků.

5.1.3 Modul Game Save

Modul `GameSave` slouží k ukládání a načítání informací o probíhající hře do binárního formátu. K tomu používáme streamové operátory `<<`, které jsou v tomto případě implementovány tak, že je možné je použít jak pro ukládání, tak pro načítání. `// TODO link na tutorial`

Díky tomuto přístupu tak můžeme definovat celou strukturu výsledného binárního souboru na jednom místě a tedy rozšiřování uložené hry je triviální. Co si ovšem musíme pohlídat je to, abychom si drželi informaci o verzi uloženého souboru. V našem případě, pokud se bude lišit verze načteného souboru a uložená konstanta v programu, save prostě odmítneme (a dokonce smažeme). V produkčním prostředí bychom si mazání nemohli dovolit, ale museli bychom save ignorovat a uživateli zobrazit nějakou hlášku o tom, že verze souboru není podporovaná. My jsme se však v tomto případě rozhodli save mazat, protože jsme očekávali, že během vývoje hry se bude binární struktura savy často rozšiřovat. Po každé iteraci jsme si savy prostě vytvořili nové.

Co by se stalo, kdybychom se snažili načíst save jiné verze? Celá hra by nejspíše byla ukončena s chybou, protože by se pokoušela číst neplatná data a/nebo by očekávala nějaká data tam, kde žádná nejsou. Tím bychom četli z neplatné lokace.

- popsat `save game carrier` (+ výsledný formát)
- zdůraznit, že se jedná o holá data, `UObjekty` si pak vytváří každý modul sám
- popsat `NewSaveGameHolder`, rozšiřování pevných savů
- popsat `*Archive helpers`

5.1.4 Modul Blocks

Modul bloků obsahuje podstatné informace o tom, jak hra pracuje s bloky, jak se tyto bloky skládají do herního světa, jaké jsou jejich komponenty atd.

- základní definice bloku je v (Block.h)
- block.h definuje hromadu společných věcí tak, aby nějaké základní bloky bylo možné implementovat třeba komplet v BP a neřešit vůbec kód. (To neplatí pokud blok má třeba Electricity component - díky odložené inicializaci by se správně nepropisovaly infa apod)

5.1.4.1 Komponenty bloků

- pak máme komponenty bloků a nějaké interfaces

5.1.4.2 Definice bloků

- popsat způsob definice bloků

5.1.4.3 Nalezení bloků

- popsat block holder a co všechno pro nás znamená

5.1.4.4 Ukládání

- ukládání - máme něco jako block saving helpers

5.1.4.5 (Jednotlivé implementace)

- popsat vstřvení)to se použít i v BP - strom základní tvary / speci. impl (elektr, kyslík) apod

5.1.4.6 Základní tvary

- 3 varianty krychle

5.1.4.7 Speciální

- popsat speciální bloky + nějaké speciality co umějí (showableWidget)

5.1.4.8 Hurá na stromy

- popsat stromové struktury, které tam mám

5.1.5 Modul Inventory

Modul inventáře byl vyčleněn do samostatné části. Je to hlavně jako ukázka možného členění do modulů. Navíc časem by se mohl tento modul rozšiřovat jak by rostla komplexita správy inventáře.

Nejdůležitější inventory component

5.1.6 Modul TauCetiF2

- primární modul
- popsat co všechno obsahuje (widgety, gamemodes, weather apod)
- popsat synchronize widget (// TODO link na důvod, proč to tam mám),
popsat object widget, napsat důvody
- popsat to stackování
- popsat komponenty (weather, game electricity)

5.2 Struktura projektu v Unreal Engine

- ukázat jak se to dělí v UE editoru

6. Backlog

Zde popsat jak jsem to celé implementoval a proč

Popsat jednotlivé moduly a nakreslit diagram vztahů mezi nimi

Popsat strukturu save gamu + důvod proč jsem to tak udělal + popsát načítání savů + systémových savů

Popsat jednotlivé C++ třídy a jejich odvozené Blueprintové deriváty + přidat případné obrázky z BL kódu (např. BlueprintImplementable event, který se zavolá jak na C++ tak i na BP)

Udělat rozbor BT počasí + mechaniku počasí + denního cyklu popsát řízení osvětlení dle počasí

Udělat rozbor bloků, škálování, konfigurace, datovou strukturu, implementaci dynamických textur, zvýraznění

Popsat mechaniku Selector - SelectTarget + napojení na Builder

Popsat mechaniku používání objektů + zvýraznění

Popsat mechaniku Inventáře

// TODO vymyslet vhodné pořadí, abych neskákal mezi prvky, toto pořadí dodržet i v předchozích kapitolách

-> Mám svět, ten má v sobě bloky, ty jsou v nějaké stromové struktuře, bloky mají komponenty, které přes tuto strukturu mohou na sebe vázat Svět má také počasí se svojí vlastní strukturou, využívající podobnosti s bloky (2D KD strom s Heapem na listech)

-> hráč může to a tamto, díky inventáři se dostane na bloky, a díky selectoru je pak může vložit do světa skrz World controller (zmíněno v předchozím) -> zároveň jsou všechny entity savovatelné

-> Popsat struktury Widgetů, zmínit použití Synchronize Widgetu, implementaci mechaniky stackovatelných widgetů

-> popsát implementaci hudby

-> TODO otestovat možnost nového bloku v rámci DLC -> Zmínit zároveň, že s tímto by šlo tweakovat nastavení hry

// TODO obrázky s konfiguračními ukázkami do příloh (např. jak se definuje Blok z UE

7. Uživatelská dokumentace

Obrázky s UI nabídkami, obrázky ze hry

8. Závěr

8.1 Zhodnocení práce

8.2 Budoucí práce

- dynamičtější mřížka? 20cm je nejspíše dost málo a vyžaduje to dost preciznosti // TODO zkusit pro test 25 či 30 cm a patřičným způsobem upravit velikosti modelů? (nejspíše to musí zůstat hardcoded, ale zkusím se nad tím zamyslet, pokud bude čas)
- vlastní sortování v seznamech

TODO dotazník?

Seznam použité literatury

- [1] Inc Epic Games. Gameplay modules. URL <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Programming/Modules/Gameplay/>.

Seznam obrázků

5.1	Diagram závislostí modulů projektu.	12
-----	---	----

Seznam použitých zkratk

UBT Unreal Build Tool

UE Unreal Engine

Přílohy