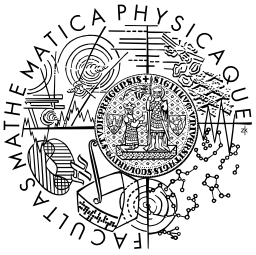


MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA
Univerzita Karlova

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

V době vzniku této práce jsou velice populární hry s otevřeným světem. Lákají hráče na obsáhlost světa a možnost nelineárního řešení problémů a herních úkolů. Her s otevřeným světem najdeme nepřeberné množství v různých herních žánrech. My se zaměříme na podmnožinu her, které kromě otevřeného světa nabízí také možnosti budování struktur a vyžadují od hráče netriviální styl hraní, který mu umožňuje ve hře přežít. Průmyslově se tyto hry často označují jako *Sanboxové*, *S budováním*, *S průzkumem prostředí*, *Survival*. Autor této práce má tento typ her v oblibě a rád by touto prací představil svoji vizi dalšího možného rozvoje her tohoto žánru. Cílem práce by měla být implementace nového herního principu stavění, které současné herní tituly nenabízí.

1.1 Charakteristika her

V práci se budeme zabývat několika různými hrami, které však mají několik společných vlastností. Jedním ze základních konceptů je využívání herních bloků. Dalším význačným prvkem je způsob integrace herních bloků do herního prostření. Některé hry jsou celé tvořeny bloky, jiné se snaží dosáhnout vyššího stupně realismu ve hře a bloky využívají pouze pro konstrukci různých herních objektů. Ústředním tématem této práce tedy bude rozbor systému bloků a práce s nimi a popis hráčských problémů způsobených danými koncepty. V další části práce pak navrhneme a implementujeme vlastní řešení.

1.1.1 Hry kompletně blokové

Začněme hrami, které využívají bloků jako základního elementu celé hry. Bloky zde tvoří doslova celý svět. Mezi nejpopulárnější a širokou veřejností nejznámější bychom měli zařadit hru *Minecraft*. Jak je zřejmé z obrázku 1.1, celá hra včetně herní postavy, nehratelných postav - *NPC*, nebo třeba mraků, je stylizovaná do bloků ve tvaru kostky. Většina bloků je stejně velká a má hranu o délce 1 metru [1], [2].

Obrázek 1.1: Hra Minecraft - hrad na skále

Mezi dalšími hrami bychom mohli zmínit například *Terraria*. Ta je o něco mladší než *Minecraft*, ale je častým zdrojem diskusí, zda je lepší new *Minecraft*, nebo ne. Pravdou je, že obě hry mají svůj svět kompletně složený z kostek (*Terraria* je však 2D hra), ale každá si klade trochu jiné cíle. *Terraria* je více orientovaná na příběh, obsahuje více NPC i bossů, *Minecraft* je orientován spíše na stavění. (Porovnání [3])

1.1.2 Hry s prvky realismu

Mezi tyto hry bychom mohli zařadit třeba hry *Space Engineers* či *Medieval Engineers*, využívají kombinaci herních bloků s voxelovou reprezentací světa. a tím dosahují vyššího stupně realismu ve hře. Skvělým příkladem je obrázek 1.2 převzatý ze serveru Gamespot [4].

Je vidět, že asteroid ani zdaleka není kostičkovaný. Přesto je povrch ve hře editovatelný voxelovými nástroji. Samotná základna i vesmírná plavidla jsou na první pohled tvořeny bloky. *Space Engineers* umožňuje stavět pohyblivé stroje, které si hráč postaví z herních bloků, ale po ukončení editace se nadále chovají jako jedna entita. Stále je na ně však aplikována fyzika, takže je možné plavidlo poškodit, nebo dokonce zničit. Tento stupeň realismu od naší hry vyžadovat nebudeme.

Obrázek 1.2: Hra Space Engineers - základna na asteroidu

1.1.3 Hry s maximálním důrazem na simulaci reality

Do této sekce bychom měli zařadit například vesmírný simulátor *Take on Mars*. // TODO popis, obrázek

bloky na stavění, ale třeba vozidla kompletní

1.1.4 Ostatní - zařadit TODO

Můžeme však nalézt i další příklady her (// TODO *Take on Mars*, *Novus Inceptio*, *Planet Nomads*, *ARK Survival Evolved*, *No man's sky*).

1.2 Herní bloky

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 výtvory 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 výtvorů museli volit takové měřítko, aby byly výtvory dostatečně detailní, ale zároveň aby bylo možné výtvor postavit v nějakém rozumném čase. Obecně ale můžeme říct, že čím větších detailů chtěli autoři dosáhnout, tím větší musel celý výtvor být, ale za ceny toho, že velké plochy trvaly o to déle.

1.2.1 Náš návrh úpravy

Chtěli bychom se v této práci zabývat myšlenkou proměnlivé velikosti stavitelných bloků. Tím by mohl rychleji stavět rozsáhlejší struktury a přitom se

věnovat i drobným či estetickým detailům. Tento návrh však s sebou nese několik problémů, které se v této práci budeme snažit vyřešit.

1.3 Inventář

Dalším společným prvkem tohoto druhu her je inventář bloků, které může hráč umístit do herního světa. Hráč přes celé herní okno vidí *HUD*(Head-Up Display)[5], ve kterém má zobrazenou kromě jiného nabídku bloků, které má na rychlé volbě, může je snadno zvolit a daný blok umístit do herního světa. Navíc hry mohou definovat skupiny bloků (*Space Engineers*, *Medieval Engineers*), mezi kterými hráč může přepínat a tím rychle kompletně změnit sadu rychlé nabídky. Vidíme však limitaci v tom, že hráč musí ručně spravovat tyto seznamy a jednotlivé bloky (či nástroje) umisťovat do příslušných pozic.

1.3.1 Náš návrh úpravy

Rádi bychom navrhli jiný způsob správy těchto sad, aby hráč jednou definoval, jaké prvky chce mít v příslušných sadách. Při vytvoření nového bloku by pak nemusel ručně editovat sadu, ale automaticky by měl tento nový blok k dispozici.

1.4 Cíle práce

Tato práce by měla naplnit následující cíle:

- Bloky
- Inventář
- TODO

2. Analýza zadání

V této části provedeme rozbor toho, jak různé hry v současné době přistupují k řešení jednotlivých součástí hry. Tím si připravíme prostor pro specifikaci toho, jak by naše hra mohla vypadat a co všechno by měla umět.

// TODO remove me: Úkol zněl jasně: Cílem bakalářské práce je implementace budovatelské hry se strategickými prvky, hranou z pohledu třetí osoby. Hra se odehrává na nehostinné planetě, kde je hráčův úhlavní nepřítel nedostatek zdrojů a superkyselé deště. Hráč začíná v menší budově – zbytek přistávacího modulu kosmické lodi. Dochází mu elektrická energie i kyslík a je na hráči, aby takticky využíval dostupné zdroje, hledal nové možnosti výroby energie a přežil kyselé bouře. Cílem práce není vytvořit dohratelnou hru, spíše proof-of-concept, zda je tento typ hry s uvedenými mechanikami zábavný a má smysl v jejím vývoji pokračovat i nadále.

2.1 Stávající implementace mechanismů

V následujících podkapitolách si rozebereme jednotlivé části her a jak je implementují ostatní.

2.1.1 Bloky

různé druhy, velikosti, jejich vizuální reprezentace, rozšiřovatelnost, obecně co všechno by měly umět

Základní vlastnosti

rozměry

Součásti bloků

komponenty elektřiny, inventáře

Speciality

Multiblocks, náhled inventáře (*Medieval Engineers*)

2.1.2 Herní svět

jaký je herní svě

Reprezentace

MC - bloky, chuncks

Bloky v herním světě

do gridu, start-free grid

Denní / noční cyklus

obvykle tam je

Herní překážky

počasí, *NPC*, atributy avataru

(Ne)fyzikální chování

MC - bloky stojí ve vzduchu, ale třeba písek při updatu začne padat

2.1.3 Inventář

mc pevné sloty

2.1.4 Avatar hráče

avatar má nějaké vlastnosti, *HUD*, 1St / 3rd person view, zdraví, stamina, hlad, O2

2.2 Co bychom chtěli implementovat

V následujících podkapitolách si rozebereme naše požadavky na hru

2.2.1 Bloky

různé druhy, velikosti, jejich vizuální reprezentace, rozšiřovatelnost, obecně co všechno by měly umět

Název - Min - Max - Pitch - Roll - Type (kostka, zkosený, roh, vlastní)
Tam kde Min == Max -> Vlastní škálování
Typ ovlivňuje další chování
Třeba u Světla by typ mohl být i K a hra by se chovala stejně, K = 1, Z = 0.5, R = 1/6, V = 1 (není v potaz objem)
komponenty bloků a nějaké další ptákoviny

	Název		Min	Max	P	R	T
A	**Základní bloky**						
	A1.	Blok základny	1–1–4	20–20–4			K
	A2.	Blok stavby	1–1–1	20–20–20	✓	✓	K
	A3.	Blok polykarbonátu	1–1–1	20–20–20	✓	✓	K
	A4.	Zkosený blok základny	1–1–4	20–20–4			Z
	A5.	Zkosený blok stavby	1–1–1	20–20–20	✓	✓	Z
	A6.	Roh bloku stavby	1–1–1	20–20–20	✓	✓	R
B	**Speciální bloky**						
	B1.	Terminál	1–8–5	1–8–5			V
	B2.	Napájené okno	2–1–2	20–1–20	✓	✓	K
	B3.	Dveře	7–7–11	7–7–11			V
	B4.	Světlo	1–1–1	1–1–1	✓	✓	V
	B5.	Přepínač	1–1–1	1–1–1	✓	✓	V
	B6.	Generátor energie	3–3–2	20–20–2			K
	B7.	Generátor objektů	3–3–2	20–20–2			K
	B8.	Akumulátor	3–3–3	3–3–3			V
	B9.	Plnička kyslíkových bomb	4–3–4	4–3–4			V
	B10.	Kyslíková bomba	2–2–2	2–2–2			V

2.2.2 Podrobný popis bloků

Popis některých vlastností - má energetickou komponentu - > implikuje definici bindovacích bodů má kyslíkovou komponentu - implikuje TotalObjectOxygen

Producer nebo Consumer implikuje Total object energy

Controllable implikuje IsController nebo IsControllable

A1 - Blok základny

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

A1 - Blok stavby

- všechny velikosti
- má elektriku

A1 - Blok polykarbonátu

- všechny velikosti - nejlevnější

A1 - Zkosený blok základny

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

A1 - Zkosený blok stavby

- všechny velikosti
- má elektriku

A1 - Roh bloku stavby

-všechny velikosti
- má elektriku

B1 - Terminál

- speciální, pevná velikost 1 x 8 x 5 bloků
- má elektriku, konzument, rychlé doplnění energie

B1 - Napájené okno

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

B1 - Dveře

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

B1 - Světlo

-velikost omezena na 1 x 1 x 1 blok
- má elektriku, konzument, ovládání bez přepínače

B1 - Přepínač

-velikost omezena na 1 x 1 x 1 blok
- má elektriku, náhled stavu

B1 - Generátor energie

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

B1 - Generátor objektů

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

B1 - Akumulátor

- speciální, pevná velikost 3 x 3 x 3 bloků
- má elektriku, producent, konzument, rychlý náhled naplnění

B1 - Plnička kyslíkových bomb

- speciální, pevná velikost 4 x 3 x 4 bloků
- má elektriku, kyslíkovou komponentu, konzument, UI, rychlé doplnění kyslíku

B1 - Kyslíková bomba

- speciální, pevná velikost 2 x 2 x 2 bloků
- má kyslíkovou komponentu, možnost sebrat, rychlý náhled naplnění, rychlé doplnění kyslíku

2.2.3 Herní svět

jaký chceme herní svět

Reprezentace

bude nám stačit nějaký tree, definovat rozměry, na chuncky kašlem

Bloky v herním světě

do gridu

Denní / noční cyklus

dáme ho

Herní překážky

počasí, , atributy avataru

(Ne)fyzikální chování

nebudeme hrotit

2.2.4 Inventář

chceme volné sloty, rozšiřitelnost

2.2.5 Avatar hráče

avatar má nějaké vlastnosti, *HUD*, 1St / 3rd person view, zdraví, O2, energie

2.3 Herní nepřítel

Protože samotné stavění bez nějakého cíle či překážky není úplně zábavné, musíme hráči připravit nějakou překážku, komplikaci, kterou musí překonávat. Zde neexistuje jednoznačné řešení — to je závislé na celkovém prostředí hry, zamýšlené cílově skupině a mnoha dalších faktorech. Cílem našeho hráče bude

přežít kyselé deště. Ty budou přicházet v náhodných intervalech a budou sloužit jako překážka v rozvoji hry. Zároveň to ale bude pro hráče nástroj, jak získávat prostředky pro ochranu před dalšími dešti a rozvoj svých staveb.

2.4 Backlog

???

3. Detailní analýza

V této kapitole podrobně rozebereme cíle práce. Už víme, čeho bychom chtěli dosáhnout a nyní potřebujeme vyřešit *jak* toho dosáhnout.

3.1 Herní engine

V první řadě bychom se měli zamyslet nad tím, jaký nástroj pro vývoj hry použijeme. Díky tomu budeme moct počítat s možnostmi a omezeními danými touto volbou. Shrňme si, co budeme ve hře potřebovat:

- Renderování 3D objektů, pokročilé možnosti texturování
- Podpora I/O pro práci se savy
- Podpora UI
- Podpora zvuků
- Snadná implementace lokalizace
- Správa assetů
- Správa scény

Pro další případný rozvoj bychom potřebovali:

- Podpora pathfindingu
- Podpora síťové hry
- Podpora AI

Cílové platformy pro nás bude PC s OS Windows. Pokud se rozhodneme pro již existující herní engine, který bude navíc podporovat multiplatformní vývoj, bude to pro nás, i s ohledem na další vývoj, plus.

Dalším kritériem je volba programovacího jazyka. Ta vychází z autorových znalostí. Budeme tedy preferovat primárně jazyk `C#`, který známe nejlépe. Pokud to bude nezbytně nutné, nebudeme se bránit ani jazyku `C++`, který je v herní branži dlouho zavedený a je stále hojně využívaný. Ačkoliv zkušenost s tímto programovacím jazykem máme minimální, můžeme se tímto způsobem naučit novým dovednostem.

Možných použitých enginů a frameworků je opravdu mnoho. Podívat do databáze herních enginů na stránce Devmaster. Jen zde je možné nalézt 236 možných řešení našeho problému volby herního enginu [6]. Všechny záznamy jsme omezili na *vývojově aktivní*, v jazycích `C#`, `C++` a vybrali jsme námi požadované vlastnosti.

Mezi čím tedy můžeme volit?

- Implementace kompletního vlastního enginu
- Použit existující grafické knihovny a nad tím implementovat vlastní engine

- Použit existující herní engine

Je zřejmé, že možností na výběr máme opravdu hodně. V následujících podkapitolách si jednotlivé možnosti podrobně rozebereme.

3.1.1 Vlastní engine

Tuto možnost rovnou zavrhneme. Vzhledem k tomu, kolik funkcionality budeme implementovat, nevidíme přínos v další práci s implementací vlastního enginu. Naším cílem je prototyp hry a tudíž nechceme ztrácet drahocenný čas vývojem nutných nástrojů a systému pro naši hru.

3.1.2 Vlastní engine s použitím již existujících grafických knihoven

Máme na výběr z více druhů grafických frameworků postavených na různých platformách. Mezi známějšími bychom mohli uvést například *XNA* (`C#`) či jeho klon *Monogame* (`C#`). Oba frameworky jsou k dispozici zdarma, podpora *XNA* je v současné době už ukončena, vývoj *Monogame* je stále aktivní. 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

Jak jsme již předeslali výše, v této kategorii máme nejvíce možností. Buď můžeme využít enginy jako třeba *Ogre* (`C++`), nebo použít více robustnější řešení v podobě enginů typu *Unity* (`C#`) či *Unreal Engine* (`C++`). Zde opět použijeme předchozí argument — budeme hledat engine, který nám nabídne pokud možno co nejvíce uživatelské a vývojářské přívětivosti a bude poskytovat dostatek nástrojů pro vývoj naší hry v uvažovaném rozsahu. Tudíž enginy jako třeba *Ogre* nebudou naší volbou.

Výhodou zmíněných robustních enginů je to, že jsou k dispozici zdarma (oproti třeba *CryEngine*). Taktéž zde, díky práci komunity, existuje pro oba enginy kvalitní vývojová dokumentace. Dalším kladem je fakt, že jsou oba multiplatformní a tedy zde existuje relativně snadný postup v případě distribuce na různé typy herních zařízení. Pojďme si je tedy rozebrat podrobněji.

Unity

Výhodu *Unity* vidíme v tom, že i programátor bez rozsáhlých zkušeností s herním vývojem může začít velmi brzy prototypovat a vyvíjet hry v tomto enginu. Dalším pozitivem je programování v `C#` a možnost editovatelného terénu.

Použití *Unity* s sebou přináší i několik problémů, které bychom museli během vývoje řešit. Během rešerše jsme zaznamenali problémy s aktualizací dynamického navigačního meshe, kdy aktualizace tohoto meshe způsobovala krátkodobé zaseknutí hry (tzv. lagy). Můžeme očekávat, že tato funkcionalita bude v budoucnu vylepšena a zrychlena, nicméně na konkrétní datum se nemůžeme spoléhat. Vzhledem k povaze naší hry ale můžeme očekávat časté modifikace herního světa a tudíž toto chování pro nás představuje významný problém. Další nevýhodu vidíme v

materiálovém editoru, který nabízí oproti *Unreal Engine* limitované možnosti a pro implementaci náročnějších materiálových funkcí bychom museli přistoupit k implementaci vlastních shaderů.

Co se lokalizace hry týče, museli bychom si napsat vlastní správu lokalizace[7]. *Unreal Engine* má tuto funkcionalitu implementovanou ve svém editoru[8].

Unreal Engine

Oproti *Unity* je *Unreal Engine* podstatně komplexnější a pochopení všech vztahů a závislostí může být pro začínajícího herního programátora obtížné. Přes tuto zjevnou nevýhodu jsme však během rešerš zjistili, že *Unreal Engine* nám poskytuje podstatně příjemnější prostředí pro vývoj s komplexnějšími nástroji. Grafické možnosti máme díky materiálovému editoru k dispozici od začátku a nemusíme k tomu umět psát shadery třeba v jazyce HLSL. Je nám jasné, že výsledný grafický výkon nemusí být nutně optimální, nicméně vzhledem k povaze této práce stejně nebudeme cílit na grafickou a výkonovou optimalizaci.

Testy s navigačním meshem a jeho dynamickou aktualizací byly uspokojivé - nenarazili jsme na žádný zádrhel nebo pokles výkonu během aktualizace meshe.

Co musíme zmínit jako nevýhodu je absence editovatelného terénu. (TODO link). V editoru je možné vytvořit krásný terén se rozličnými možnostmi detailů, nicméně tento terén není možné jednoduchým způsobem editovat. Chápeme to spíše jako nepříjemnost, než zásadní nevýhodu.

Další komplikaci vidíme v použití `C++`, se kterým jsme v době rešerše měli malé zkušenosti.

3.1.4 Volba engine -verdikt

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

3.2 Bloky

Zde by měl být popis možností jak definovat a následně implementovat bloky. jaké jsou výhody a nevýhody jednotlivých implementací

- externě editovatelné formáty (+ - modding, - těžší implementace, parsing, validace) - binární formát

- xml

- interní formát - specifické subclassy pro bloky včetně specifických vlastností přímo na - definiční struktura

3.3 Vlastnosti bloků

Popis toho, co blok umí

3.3.1 Energie

- popis energie, co to umí (např. výkon)

3.3.2 Energetická síť

-způsob zapojení do sítě

3.3.3 Kyslík

- to je podobný jako energie
- mít možnost uchování kyslíku, v případě použitií elektirky pak i generování

3.3.4 Označovatelnost

- hráč může avatarem zamířit na blok a ten se označí červeně, žlutě zeleně

3.3.5 Možnost vzít do inventáře

- bloky mohou být sebratelné, tedy hráč si je může dát do svého inventáře. vlastnosti jako třeba uchovaná hodnota kyslíku, pak zůstávají zachované

3.3.6 Interakce

- vypínač, světla - vlastní UI
- bloky mohou být použitelné, tj. hráč s nimi může nějakým zůsobem interagovat

3.3.7 Zapojení do rozpoznávání tvarů

- generátor bloků

jaké byly možnosti - abecné rozpoznávání (původní implementace, rozvést nutnost rozpadu tvarů na menší (slope) + doplnění kvádry

3.4 Komponenty bloků

popis jednotlivých komponent dle předchozího, co všechno umí (např. přidání / odebrání hodnoty energie za použité zámku (není transakce))

3.5 Bloky v herním světě

- je více mmožností. 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 dogeneruje 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)

3.6 Počasí

- počasí chceme proměnlivé ale s tím, že gamedesignéři mohou snadno ovlňovat výsledné počasí, případně aby šlo snadno rozšířit varianty pro různé herní módy

-budeme mít ve světě umístenou 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

3.7 Hráčova postava

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

3.8 Inventář

- je to vlastnost hráče
- v inventáři má několik přepínatelných banků
- bank může být se stavitelnými bloky nebo s intentárními předměty
- bank je možné filtrovat
- důvod pro použití banku - rychlé přepnutí při stavění (minecraft složitá organizace při stavění a použití 10+ druhů bloků)

3.9 Ukládání hry

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

3.10 Doplňující vlastnosti

3.10.1 DLC?

- můžeme dodávat extra bloky (ukázka!)

// toto budeme zmiňovat? - byly problémy s inicializací elektrické komponentyy, takže leda tak statické meshe, co umí prd

3.10.2 Lokalizace

- použití lokalizace

3.10.3 Hudba

- atmosférický hudební doprovod

3.11 Backlog

- Popsat, že bychom chtěli nějaké UI + nabídky menu

4. Programátorská dokumentace

4.1 Počáteční inicializace projektu

Pokud je cílem spustit projekt hry ze zdrojových kódů, je potřeba si stáhnout Unreal Engine ve verzi 4.15 (TODO link!). Použití novější verze je možné, ale běžnému uživateli to nedoporučujeme. Mezi verzemi se mohou projevit nekompatibility v kódu, které je případně nutné řešit zásahy přímo do zdrojových kódů hry. Dále je potřeba mít k dispozici zdrojové kódy ať už z DVD, nebo z tohoto release na GitHubu (TODO link na public repo, release commit).

Dále je zapotřebí vygenerovat solution pravým klikem na uproject file (TODO img!) Pokud tato možnost v kontextové nabídce není, je potřeba provést FIX . Ze zkušenosti autora - toto se mnohdy nemusí podařit. Pokud se nepodaří vygenerovat solution, může stačit otevřít projekt a dát zkompilovat chybějící binárky (TODO img!). Je zapotřebí mít VS 2015 alespoň ve verzi Community.

Pokud i toto selže, ověřte si, prosím, že je možné založit nějaký projekt založený na C++ (todo font), zkompilovat jej a taktéž vygenerovat solution. Pokud se to povede s template, mělo by to fungovat i s tímto projektem.

Dalším krokem je v případě úspěšného otevření ve VS (todo abrreviation) nastavení TCF2 jako výchozího projektu a následné spuštění. Dále by měl následovat krok spuštění Play in Editor v UE.

Pokud vše selže, je možné nalézt příčinu chyby v logu (TODO) v Saved/Logs

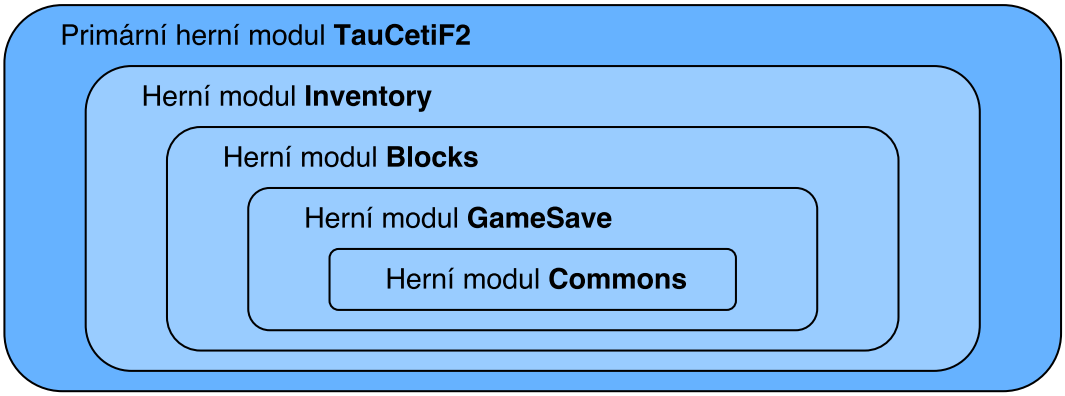
4.2 Struktura kódu

Protože jsme zvolili implementaci práce v *Unreal Engine*, můžeme využít toho, že engine umožňuje rozdělit celý herní projekt do jednotlivých herních modulů[9]. Tím docílíme modularity, nebudeme mít celý projekt v jednom kuse a zároveň tím urychlíme překlad projektu při kompilaci.
Každý *Unreal Engine* 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 4.1:



Obrázek 4.1: Diagram závislostí modulů projektu.

4.2.1 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 *Unreal Engine*

4.3 Modul Commons (C++)

Tento modul je základním modulem, který na jednom místě definuje všechny potřebné informace, které využívají ostatní moduly. Jedná se zejména o definici herních konstant, či definice všech sdílených enumerátorů. Najdeme zde také prapředka použité herní instance. Tuto vlastní implementaci herní instanci využijeme pro ukládání nalezených bloků.

4.3.1 Herní definice a konstanty

`GameDefinitions.h`
Tady jsou všechny konstanty.

4.3.2 Herní instance

`TCF2GameInstance.h`
Singleton // TODO link
Holder pro nalezené bloky (TODO popsat proč)

4.3.3 Enumerátory

`Enums.h`

co tam je (vypsat všechny, nebo jenom říct, že je to definované zde, protože je to pro celý projekt?)

4.3.4 FFileVisitor

Kvůli nalezení savů TODO link na systém ukládání.

4.3.5 Helpery

helpery pro načítání / ukládání konfigurace (vlastních polí)

popsat že UE má mechanismus automatického ukládání vlastností do konfiguračních souborů, ale to nám nevyhovovalo

4.4 Modul Game Save (C++)

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 savu 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.

4.4.1 GameSaveInterface

definuje rozhraní, které implementují důležití actoři v hlavním levelu

4.4.2 Helpers

záskání všech uložených her

4.4.3 Kontejner s uloženou hrou

- popsat save game carrier (+ výsledný formát)

zmínit helper pro generování hardcoded savu

- zdůraznit, že se jedná o holá data, UObjekty si pak vytváří každý modul sám

- popsat *Archive helpers

4.4.4 NewGameSaveHolder

poskytuje seznam savů pro BP, umožňuje nahrávání dat

- popsat NewSaveGameHolder, rozšiřování pevných savů

4.5 Modul Blocks (C++)

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)

4.5.1 Definice bloků

- popsat způsob definice bloků, co tam všechno je a proč (podklad pro deifnici v UE editoru

4.5.2 Informace o bloku

popisují stav bloku, jeho serializací a následnou deserializací ze savu lze blok obnovit a korektně umístit do světa

4.5.3 Ukládání

- ukládání - máme něco jako block saving helpers

4.5.4 Nalezení bloků

- popsat block holder a co všechno pro nás znamená, opětovně zmínit herní instanci

4.5.5 Komponenty bloků

- pak máme komponenty bloků a nějaké interfaces

Elektrická komponenta

Elektrická síť

Kyslíková komponenta

Select target

World object

4.5.6 Interfaces

poskytují nástroje pro volání metod na instaních interfacu

popsat ideu za Implementation, Execute (BlueprintNativeEvent, BlueprintImplementableEvent)

4.5.7 Implementace bloků

- základ Block.h, zbytek v jendotlivých podkategoriích (BaseShapes / Special

TODO jak moc podrobné? vypsat všechny bloky a co všechno implementují, nebo to stačí stručně zmínit? - co implementují by si čtenář mohl uvědomit z předchozího textu a navíc je to jen nudný popis, jehož výžpovědní hodnota je ve zdrojácích a není asi nutné to tu duplikovat

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

4.5.8 Stromové struktury

popsat stromové struktury, které tam mám

MinMaxBox

prapředek všeho

KDTree

dědí z MMB, základ ve světě

WeatherTargetsKDTree

dědí z MMB, slouží pro potřeby počasí

4.6 Modul Inventory (C++)

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 kompelxicita správy inventáře.

Nejdůležitější inventory component

4.6.1 Tag group

nejnižší úroveň, odpovídá 'nebo'

4.6.2 Inventory tag group

celá skupina, odpovídá 'A zároveň'

4.6.3 Inventory tags

sdružuje všechny banky

4.6.4 Inventory component

celá komponenta, která je pak navázaná na hráčův charakter

definuje delegáty notifikující o změnách v akivní skupině, po filtrování apod.

na této úrovni se řeší aktualizace cache buildable i inventorybuildable při změnách, zároveň poskytuje možnost clear cache pro volání shora (BP)

4.7 Modul TauCetiF2 (C++)

- 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)

4.8 Struktura projektu v Unreal Enginu

- ukázat jak se to dělí v UE editoru

4.9 Backlog

Zde popsat jak jsem to celé implementoval a proč

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 popsat 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

-> 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, vuyžívající 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 můževložit do světa skrz World controller (zmíněno v předchozím) ->zároveň jsou všechny entity savovatelné

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

-> popsat implementaci hudby

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

5. Uživatelská dokumentace

Tato část obsahuje informace o tom, jak hru spustit a jaké jsou požadavky ke spuštění. Dále jsou zde uvedeny obrázky ze hry a popis toho, co znamenají.

5.1 Požadavky pro spuštění hry

5.1.1 Hardwarové požadavky

Doporučená minimální sestava (na ní byla hra vyvíjena):

Procesor:	Intel i7-2630QM @ 2.00GHz
RAM:	12 GB (8 GB by mělo také stačit)
Grafika:	ATI Radeon HD 6700M
OS:	Win 10 x64 (7 a vyšší by měly být v pohodě)

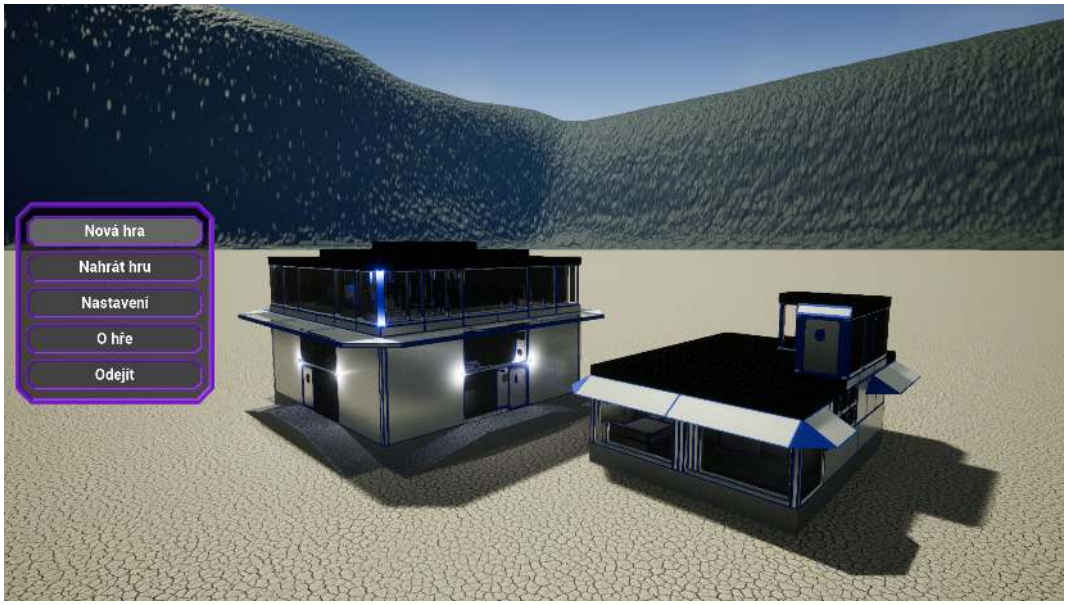
Výše uvedneou konfiguraci je potřeba brát jako orientační. Hru jsme úspěšně spustili i na notebooku s procesorem Intel i5, integrovanou grafickou kartou a 8 GB operační paměti. Bylo však nutné nastavit grafické vlastnosti na minimální možnou konfiguraci.

5.1.2 Softwarové požadavky

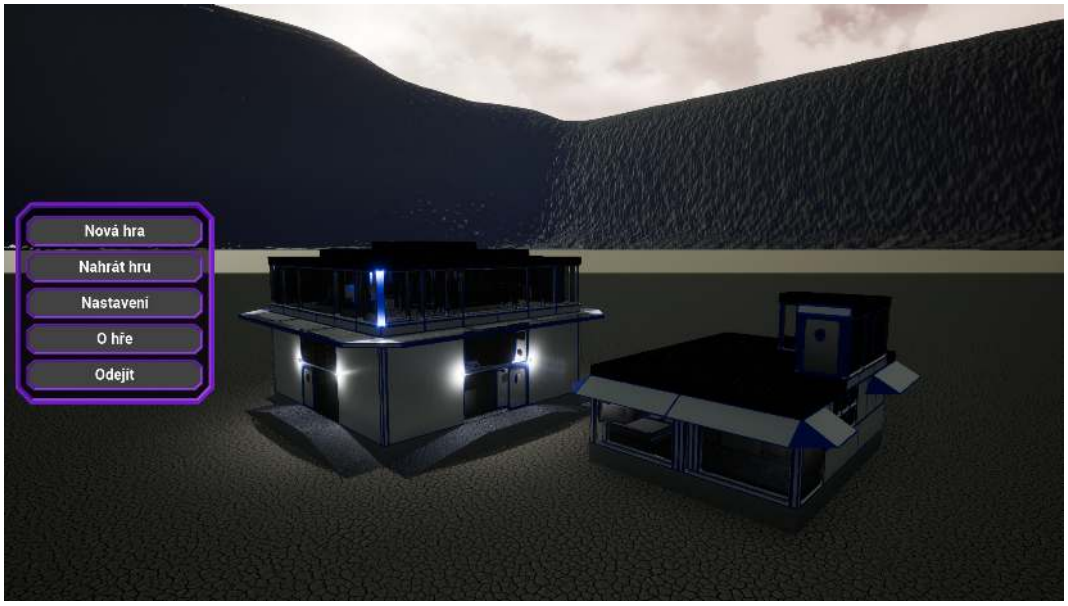
Pro spuštění zkompilované hry není potřeba nic speciálního. Je zapotřebí mít stroj s minimální uvedenou konfigurací. Dále je dobré mít nainstalované poslední verze ovladačů HW komponent (hlavně grafiky). Taktéž je zapotřebí mít nainstalovanou poslední verzi DirectX.

5.2 Hlavní menu

Po načtení hry hráč vidí hlavní menu. Denní doba i počasí se zvolí náhodně.



Obrázek 5.1: Obrazovka hlavního menu - den



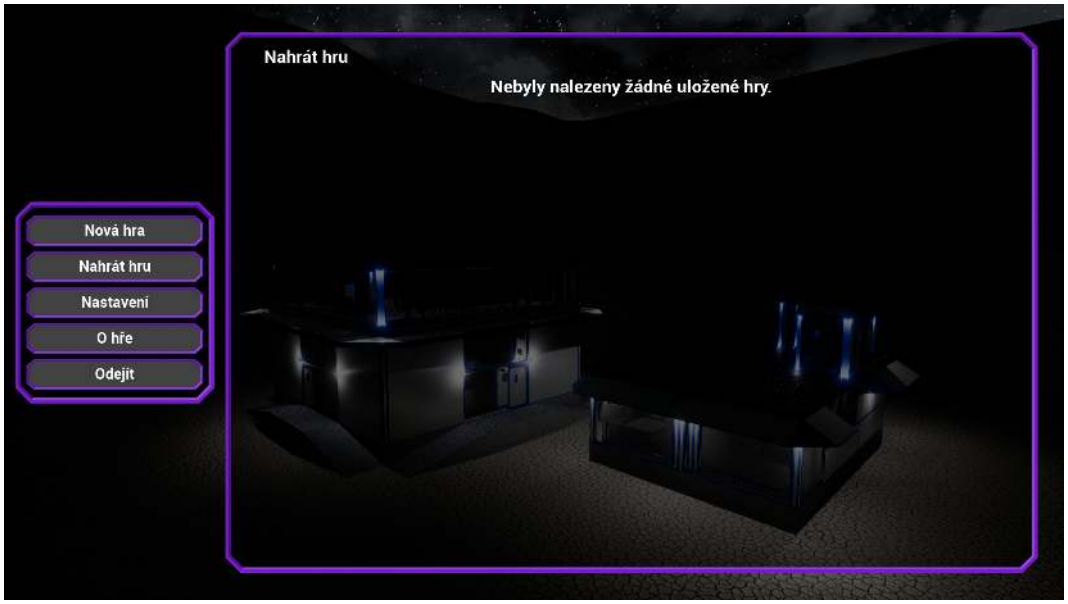
Obrázek 5.2: Obrazovka hlavního menu - poledne, zataženo

Obrázek 5.3: Obrazovka hlavního menu - noc

První volba, kterou je možné zvolit, je výběr nové hry. K dispozici je několik variant s různými obtížnostmi.

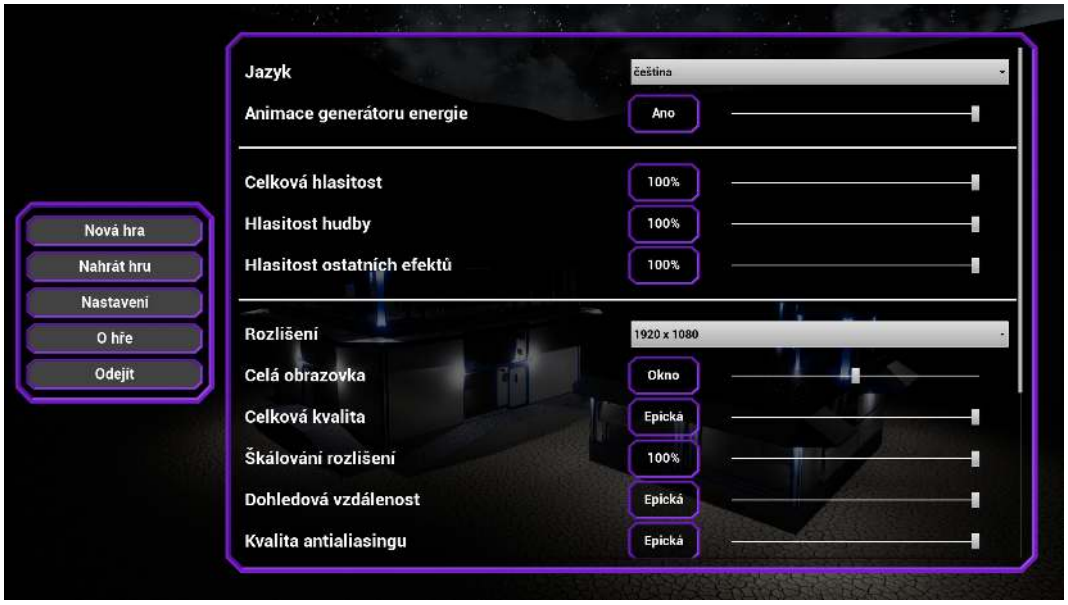
Obrázek 5.4: Obrazovka hlavního menu - Nová hra

Pokud hráč má nějaké uložené hry, může si je nahrát kliknutím na tlačítko **Nahrát hru**. V tomto případě žádné uložené hry k načtení k dispozici nejsou.



Obrázek 5.5: Obrazovka hlavního menu - Nahrát hru

Pod položkou **Nastavení** může uživatel měnit herní, zvuková a grafická nastavení hry. Nastavení se aplikují a ukládají okamžitě, výjimkou je pouze položka *Animace generátoru energie*, která se projeví až po změně levelu. V případě konfigurace z hlavní nabídky se nastavení projeví okamžitě, v případě konfigurace během rozehrané hry je potřeba vyvolat opětovné načtení uložené hry, nebo znovu spustit novou hru.

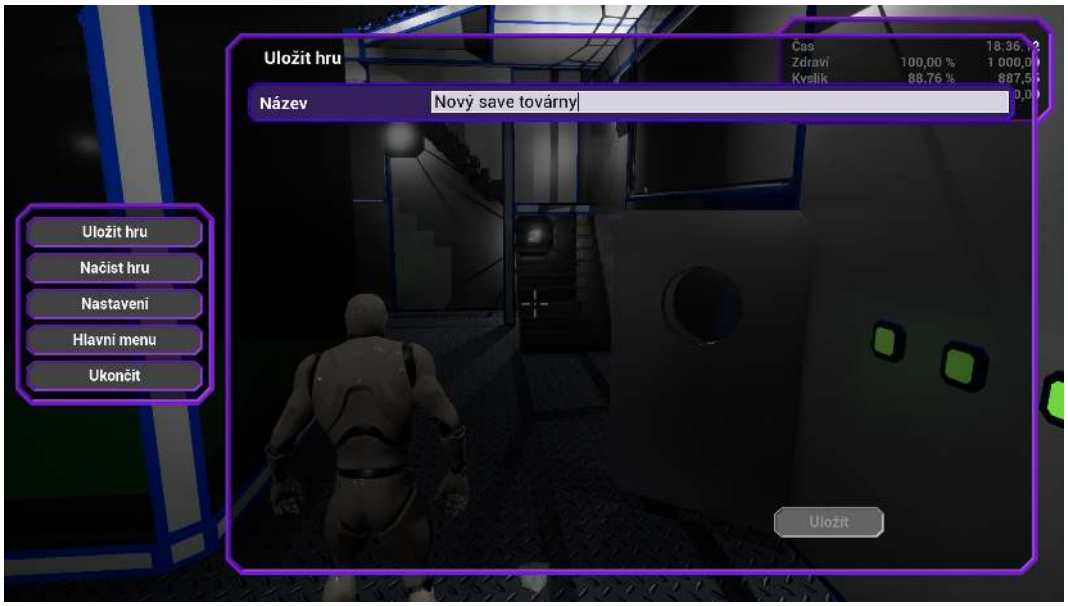


Obrázek 5.6: Obrazovka hlavního menu - Nastavení

5.3 Herní menu - ukládání, nahrávání

V průběhu rozehrané hry je možné použít **Rychlé uložení / načtení**, nebo si hru uložit z herní nabídky.

Pro uložení hry je možné vytvořit nový save nebo přepsat stávající, pokud nějaký existuje. Uložené hry je též možné mazat.

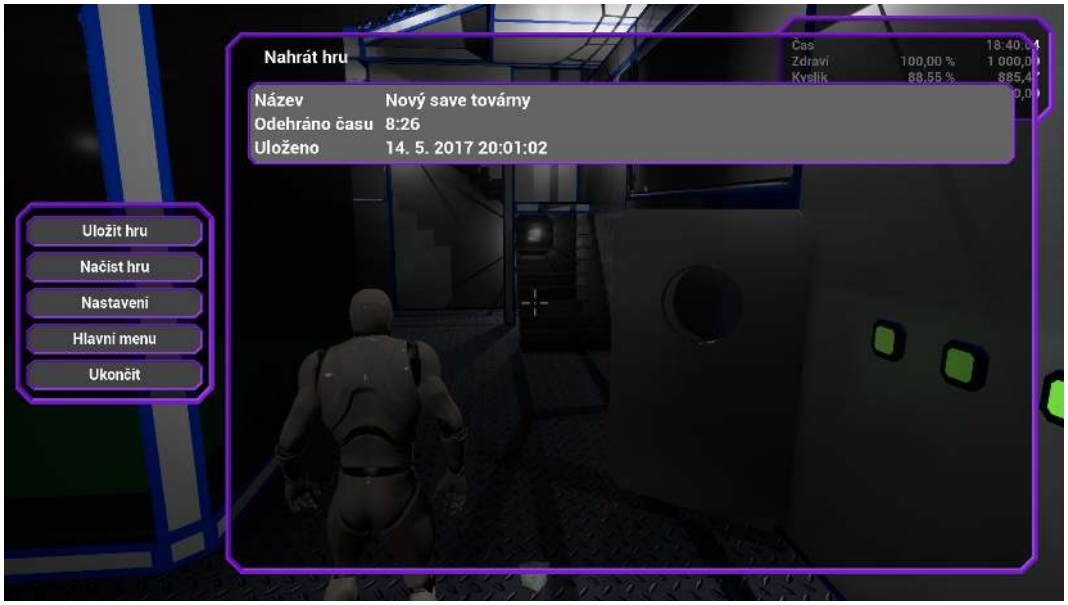


Obrázek 5.7: Ukládání - Nový save

Pokud bylo uložení úspěšné, hráči se zobrazí následující hláška:

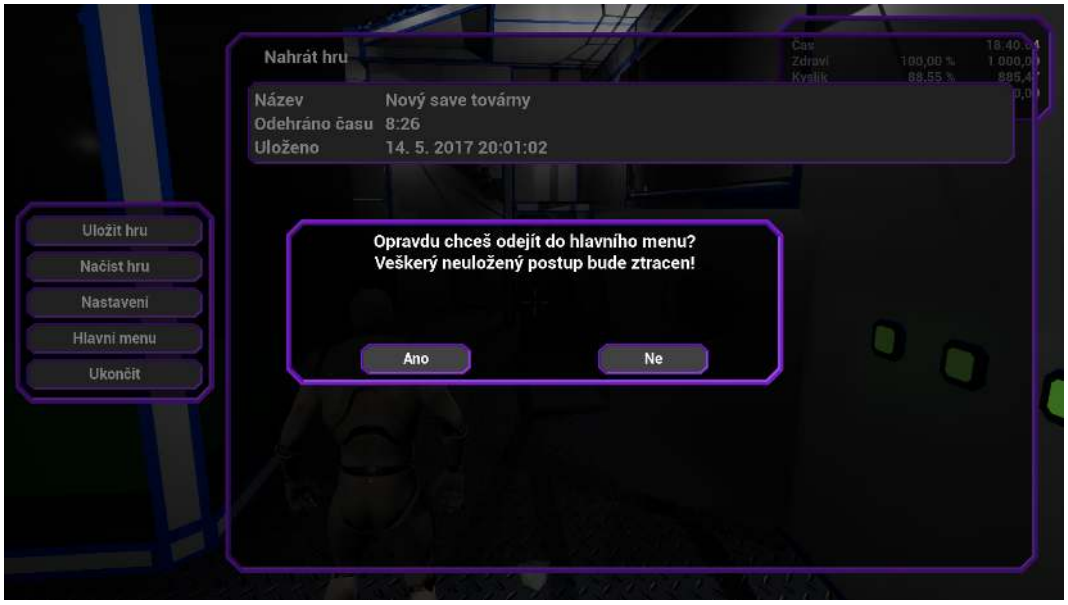
Obrázek 5.8: Ukládání - po uložení

Nahrávat je možné ze všech uložených pozic, včetně rychlého uložení. Opět je zde možné vybraný save smazat.



Obrázek 5.9: Ukládání - nahrát hru

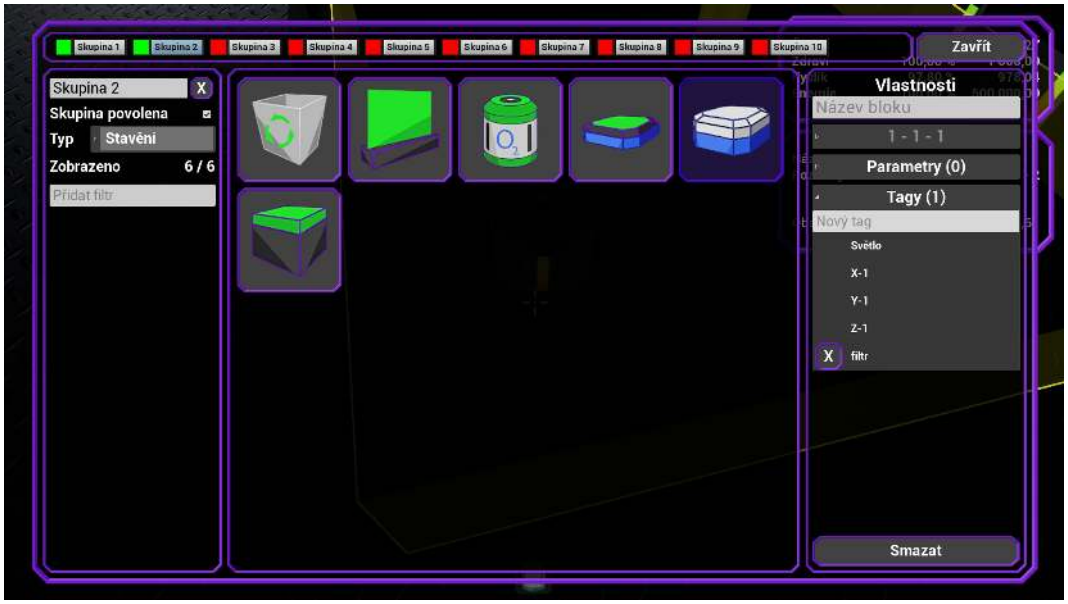
Pokud má hráč rozehranou hru, je pro jistotu vyžadováno potvrzení.



Obrázek 5.10: Ukládání - potvrzení nahrání hry

5.4 Inventář

Inventář se vyvolá klávesou **E**. Zobrazí se následující obrazovka:



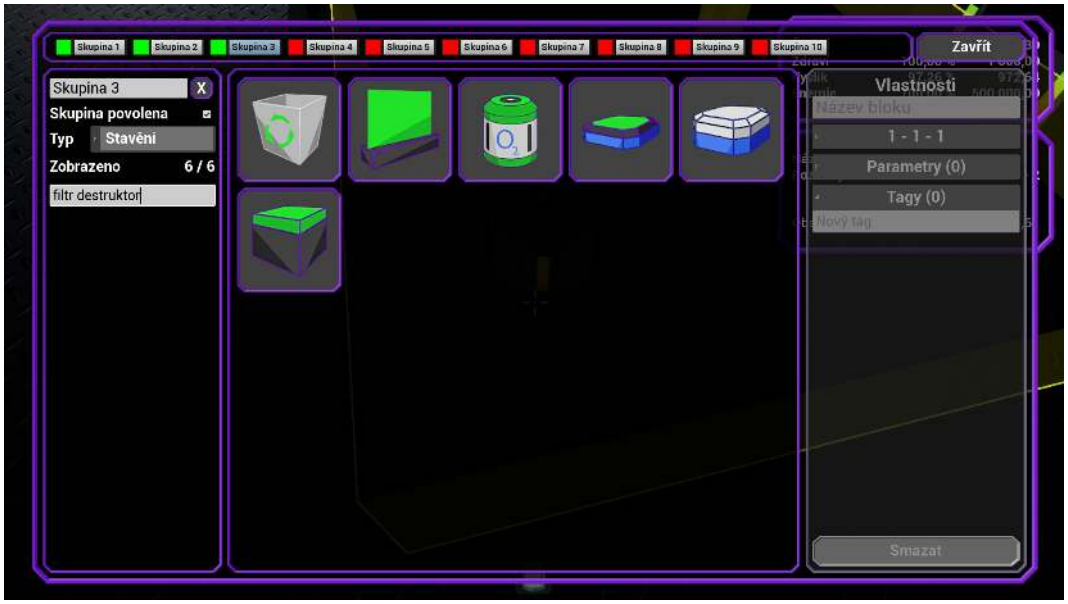
Obrázek 5.11: Inventář - přehled

V horní části je výběr skupin. Je možné vybírat z 10 skupin, které si lze pojmenovat dle libosti. Dále je možné je (de)aktivovat buď kliknutím na zelený / červený čtverec, nebo skrze příslušný checkbox v editaci skupiny. Je možné používat standardní změnu skupiny klávesami **ú** a **)**, editační okno se pak příslušným způsobem změní.

V *levé* části je **editor skupiny**, jehož funkce budou popsány v textu dále. *Uprostřed* je možné vidět postavitelné či umístitelné položky, které jsou dofiltrovány dle právě nastaveného filtru. Výběrem položky lze editovat její vlastnosti v

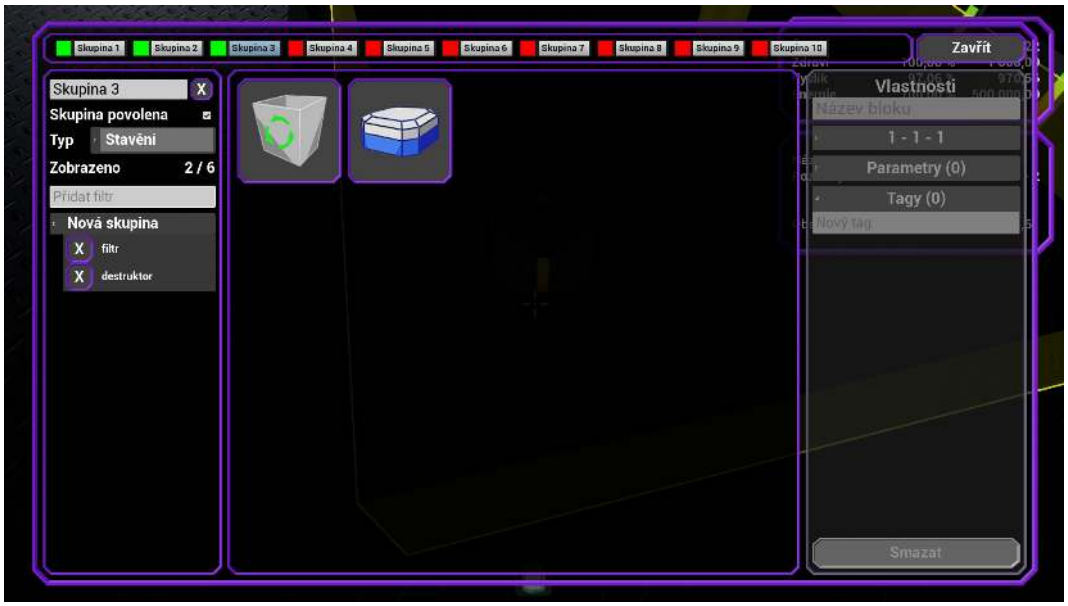
pravé části okna

Každá skupina umožňuje definovat své filtry. Matematicky bychom mohli popsat filtrování jako vyhodnocení formule v *CNF*. Pokud do pole *Přidat filtr* napíšeme tagy oddělené mezerou, do skupiny se přidá **nová** skupina s výchozím pojmenováním.



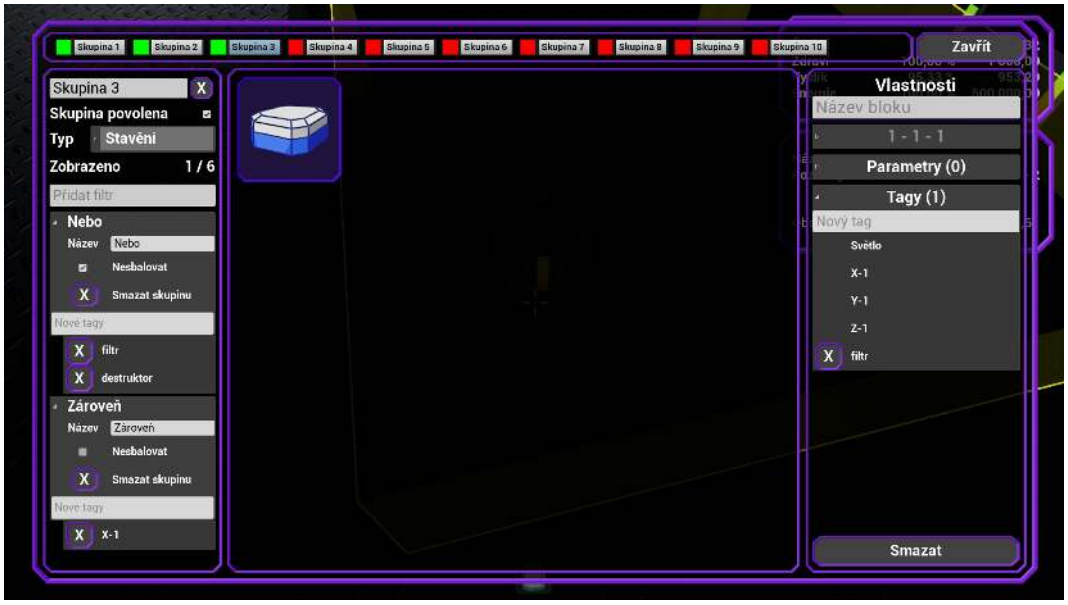
Obrázek 5.12: Inventář - přidání skupiny

Po přidání se seznam dostupných prvků dofiltruje podle nastavených tagů - ve výsledku bude každá položka splňovat alespoň jeden tag z každé skupiny. Shoda nemusí být přesná, tag objektu musí obsahovat podřetězec definovaný filtrem.



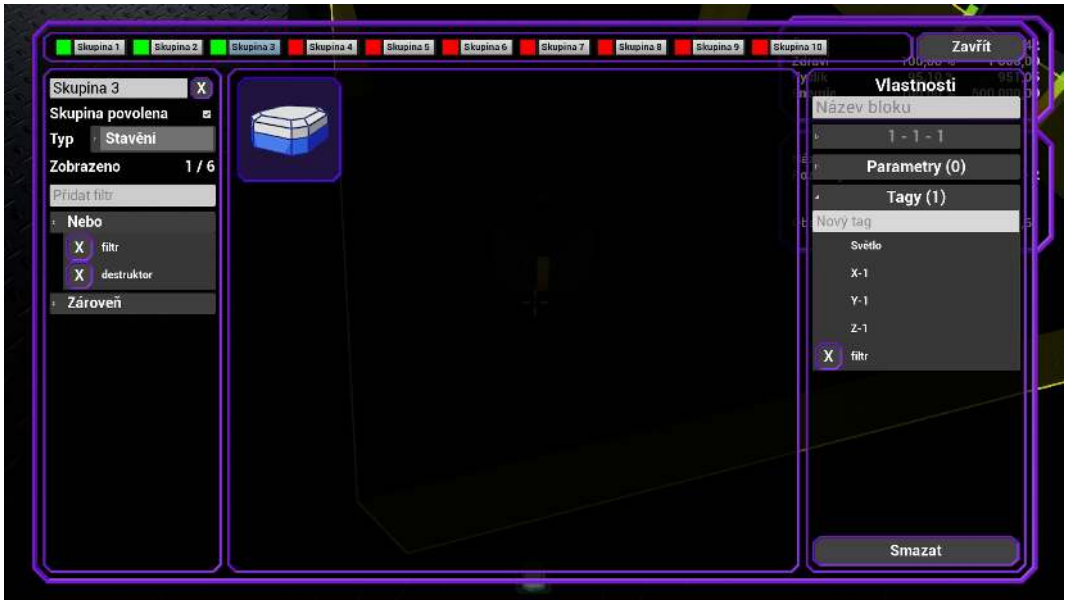
Obrázek 5.13: Inventář - výsledek s filtrovanými položkami

Na následujícím obrázku je možné vidět filtry s rozbalenými vlastnostmi. Zaměřme se nyní na část *Nesbalovat*. Po zaškrtnutí této volby je zobrazena pouze hlavička skupiny.



Obrázek 5.14: Inventář - Nová hra

Výsledný seznam se sbalenými vlastnostmi filtru:

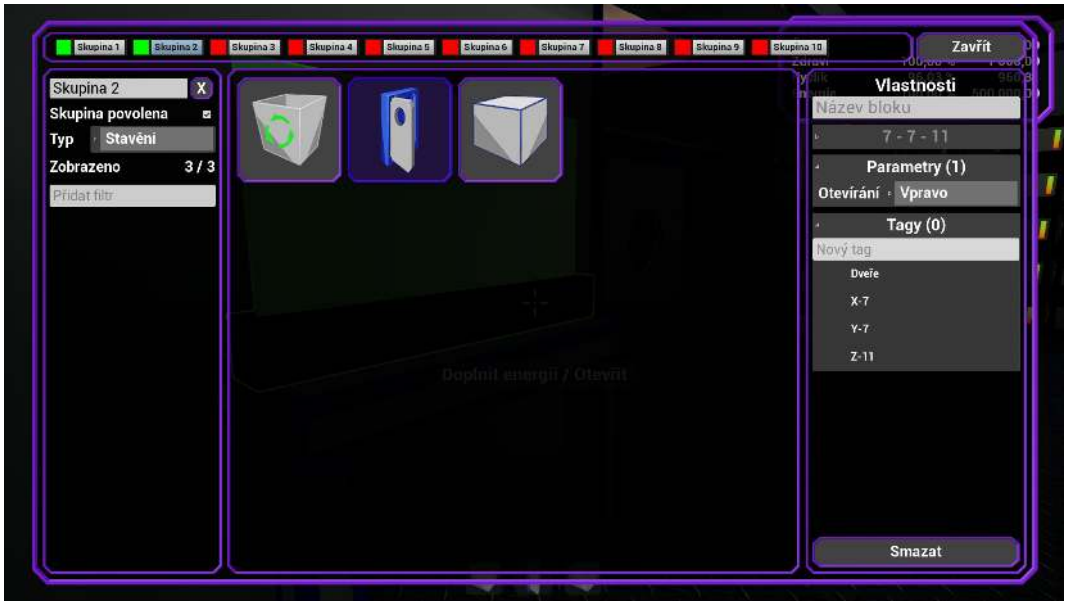


Obrázek 5.15: Inventář - Nahrát hru

Označené položky je také možné smazat z inventáře. Umístitelné položky tak mohou být reálně zničeny.

Obrázek 5.16: Inventář - Nastavení

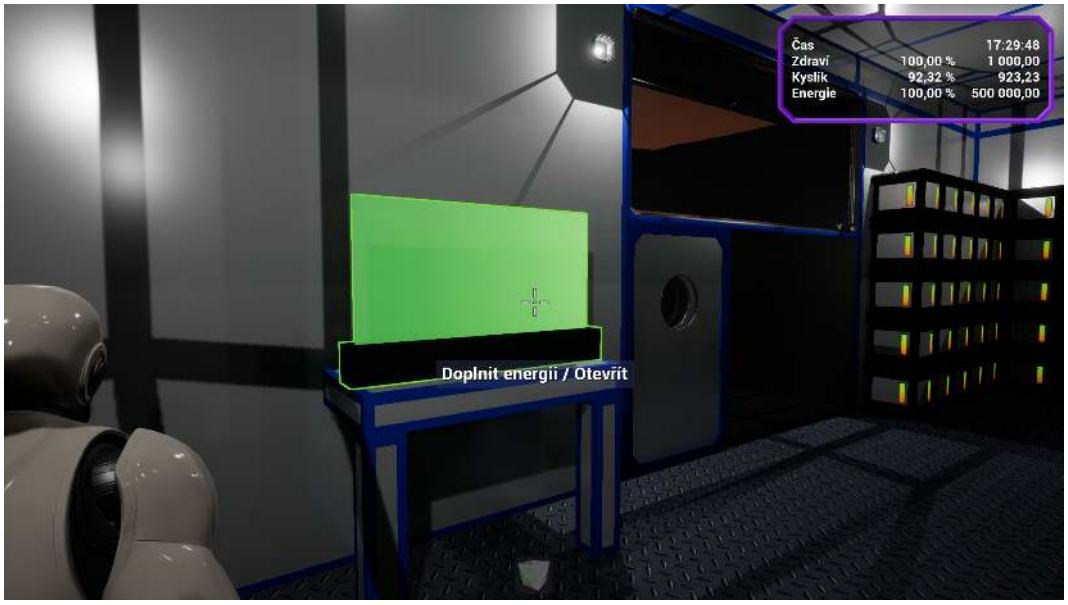
V případě, že je zvolena položka s dodatečnými parametry, je možné jejich hodnoty vidět v editoru vlastností bloku



Obrázek 5.17: Inventář - Nastavení

5.5 Terminál

Pro informaci o aktuálním stavu sítě je nutné použít **Terminál**. Levým tlačítkem je možné rychle doplnit energii hráče, pravým pak otevřít ovládací obrazovku.



Obrázek 5.18: Terminál - ve hře

V *horní* části je vidět selektor obrazovky. Jeho rozkliknutím (více v obrázku 5.21) je možné zvolit výchozí obrazovku, nebo jeden z **Konstruktoru objektů**, které jsou v dispozici v síti.

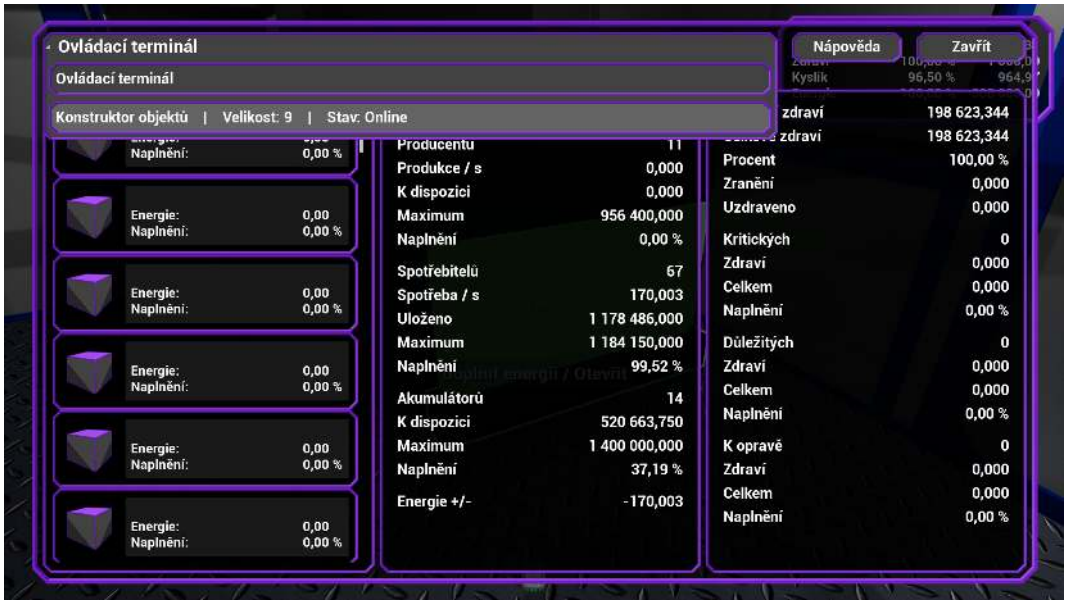
Obrázek 5.19: Terminál - výchozí obrazovka

V *levé* části je vidět seznam význačných bloků. *Uprostřed* jsou vidět energetické informace o síti. *Vpravo* je pak možné sledovat aktuální zdravotní stav sítě a bloků v síti.

Tlačítkem **Nápověda** je možné zobrazit informace o ovládání hry a přiřazených klávesách pro jednotlivé úkony.

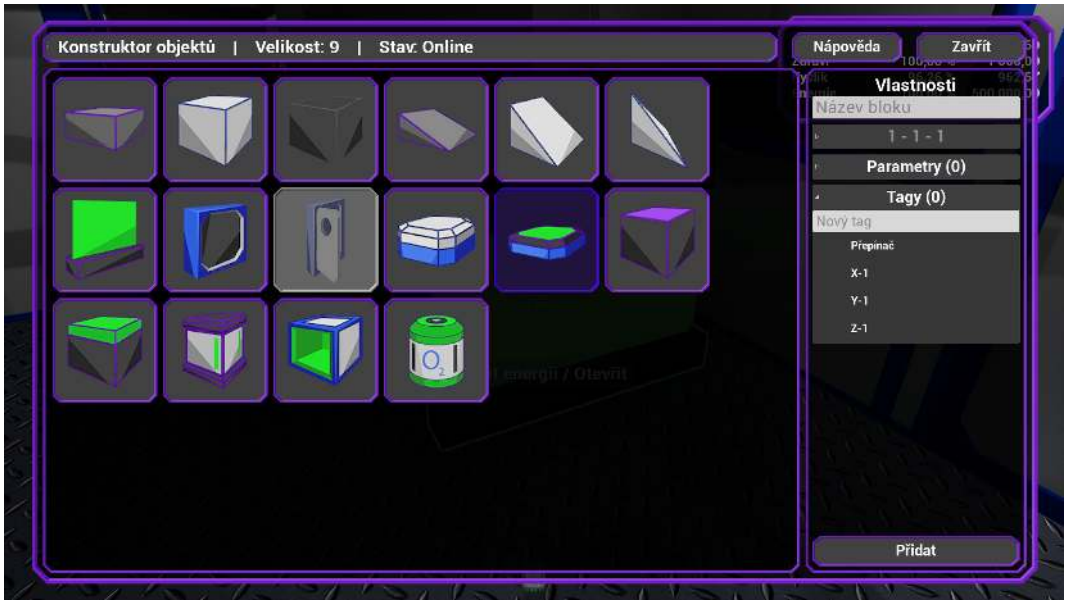
Obrázek 5.20: Terminál - nápověda

Selektor dostupných obrazovek:



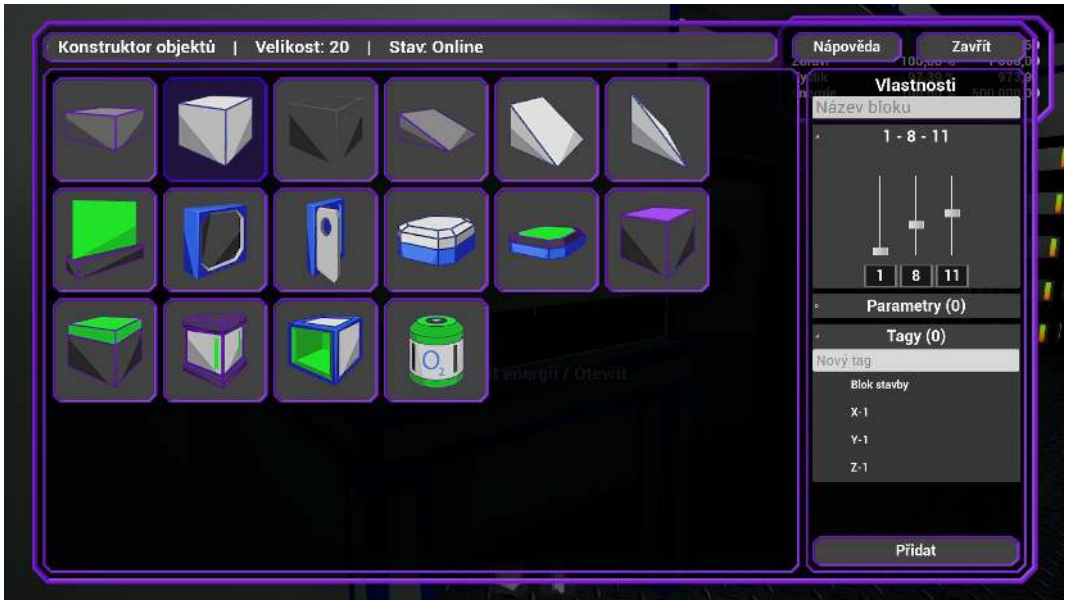
Obrázek 5.21: Terminál - selektor obrazovek

Pokud vybereme **Konstruktor objektů**, vidíme seznam dostupných bloků, které můžeme zkonstruovat. Pokud to pro některé nelze (třeba z důvodu omezení velikosti - konstruktor je na daný objekt příliš malý), blok není aktivní a nelze ho zvolit.



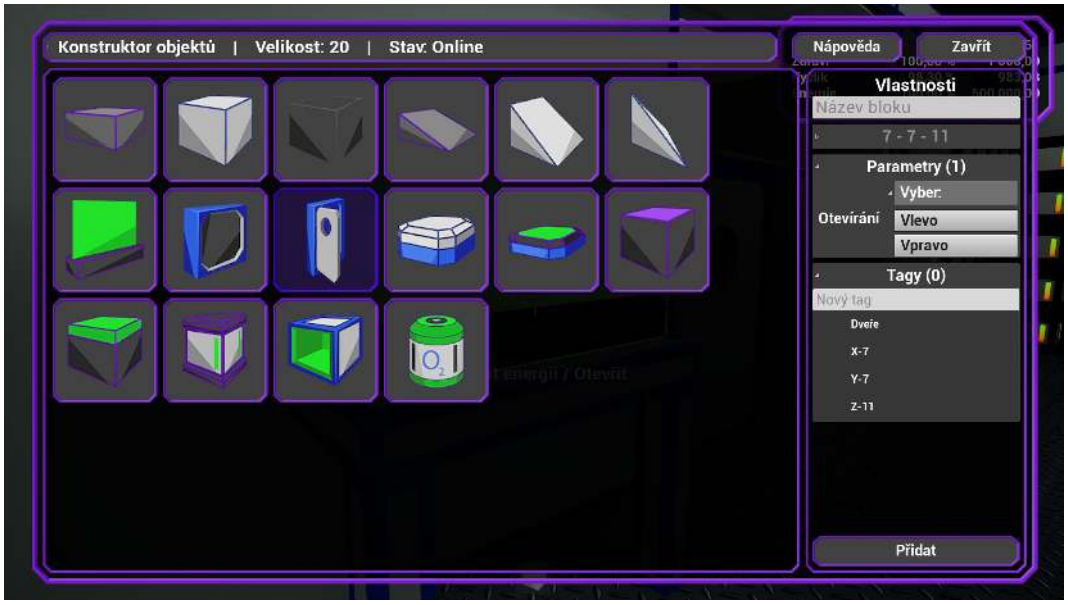
Obrázek 5.22: Terminál - konstruktor objektů

V sekci *Nastavení* je možné kromě tagů definovat i požadovanou velikost a to až do velikosti konstruktoru, nebo globálního omezení 20 násobku základní kostky.



Obrázek 5.23: Terminál - Nastavení velikosti

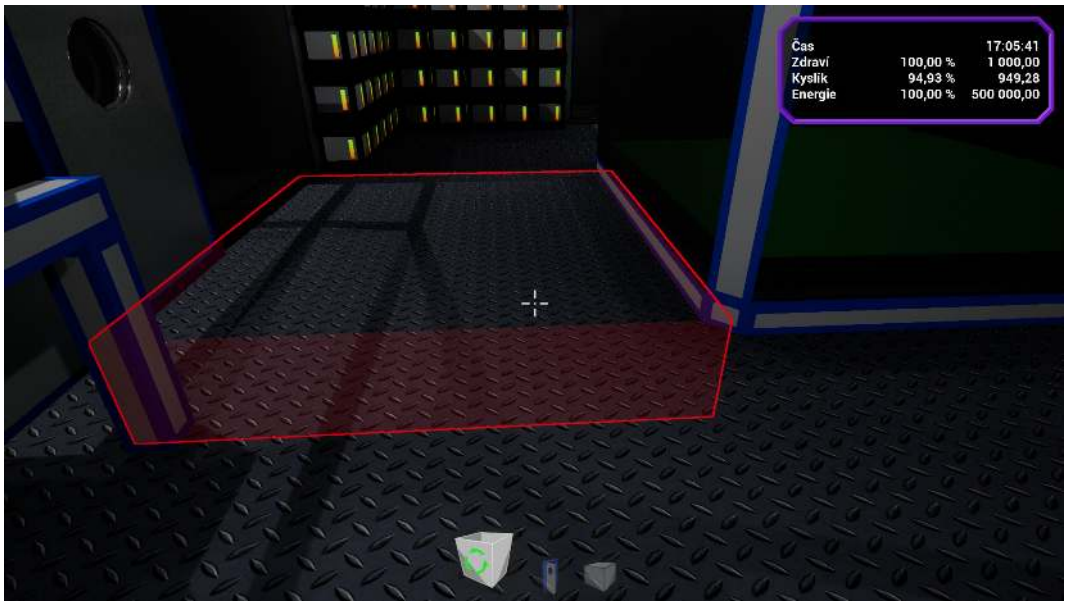
Některé bloky, třeba **Dveře** požadují dodatečné parametry, které ovlivňují jejich výsledné chování. V našem případě to je smysl otevírání dveří při čelním pohledu. Na obrázku je vidět stav po rozkliknutí.



Obrázek 5.24: Terminál - Nastavení parametrů

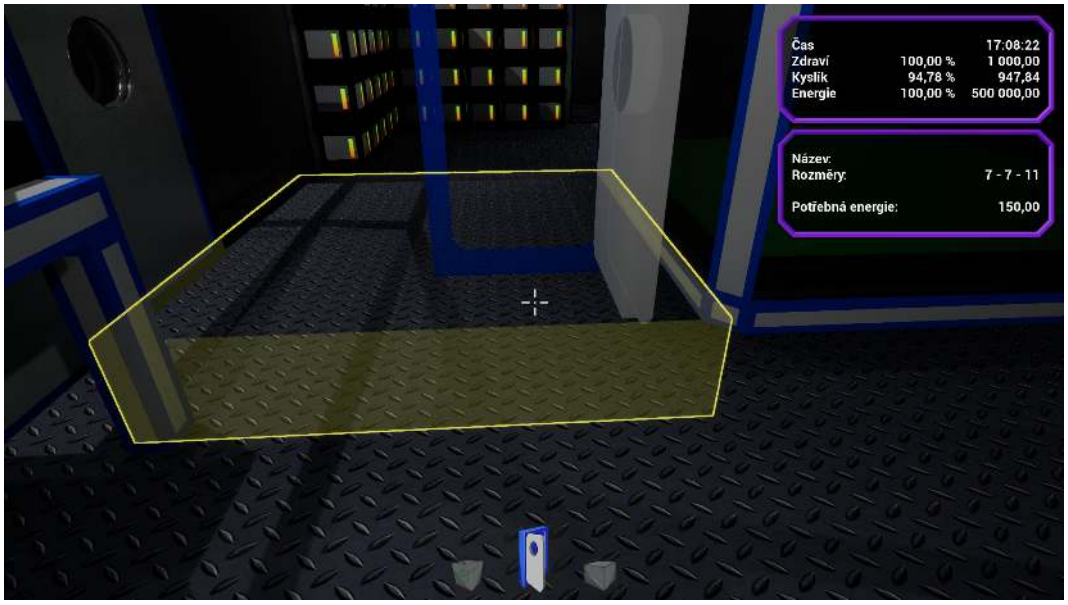
5.6 Stavební akce

Destruktor umožňuje mazat bloky. Po jeho výběru je vidět červený outline vybraného bloku.



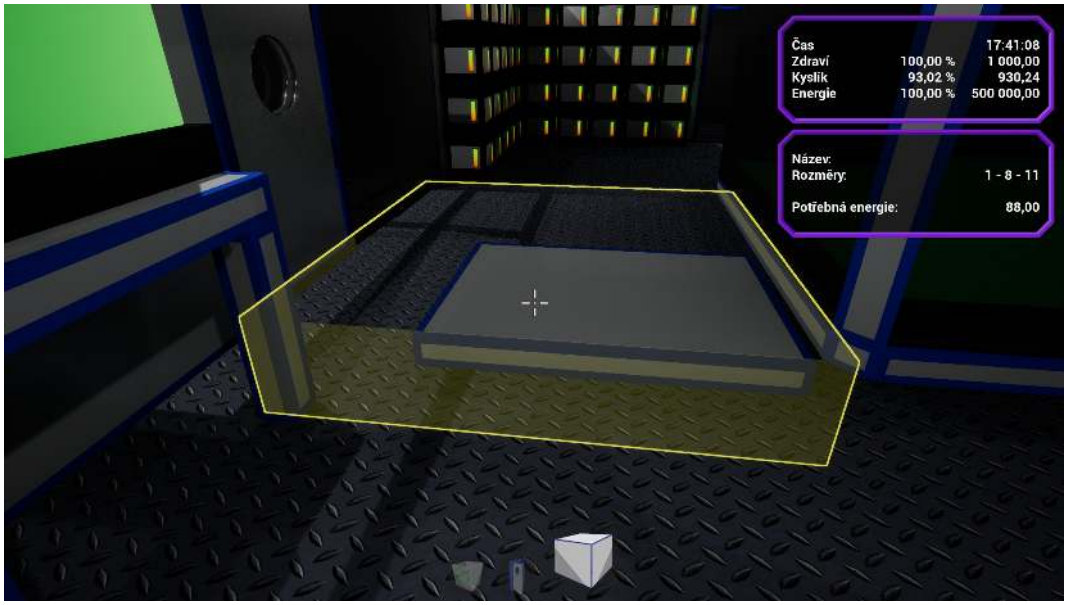
Obrázek 5.25: Stavění - smazat

Pokud vybereme umístění nového bloku, vidíme žlutě hranice sousedního bloku, ke kterému blok přistavujeme. Stavěný / umisťovaný blok musí mít dostatečné místo pro svoje umístění. Dále je potřeba mít s sebou dostatečně velkou zásobu energie (dle energetické náročnosti bloku).



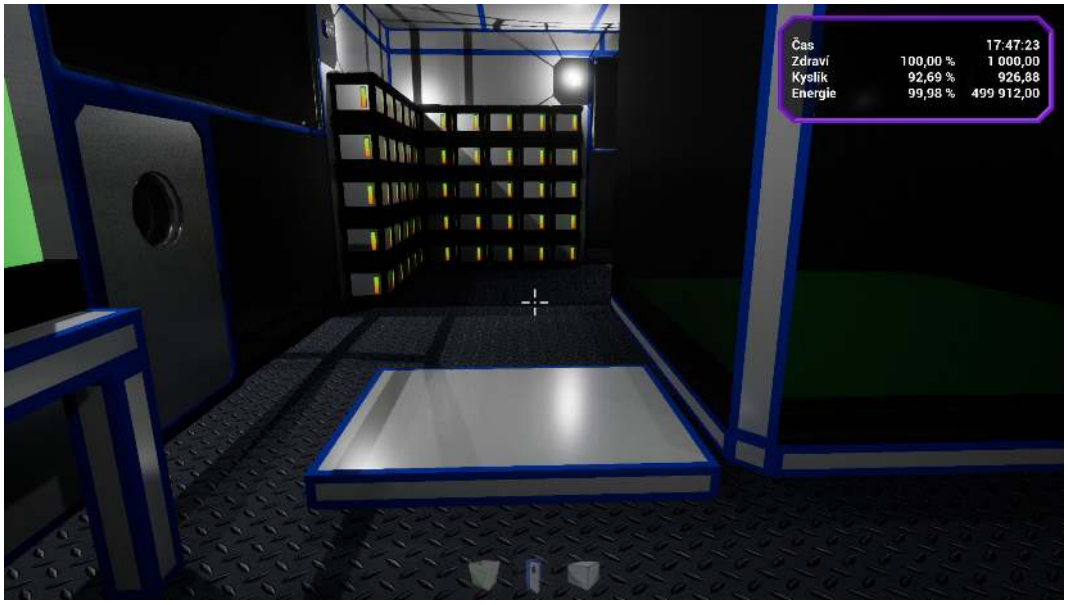
Obrázek 5.26: Stavění - umístit

Blok je též možný rotovat (Klávesy v sekci Insert .. Page Down, případně jejich ekvivalenty 7,8,9,4,5,6).



Obrázek 5.27: Stavění - rotace

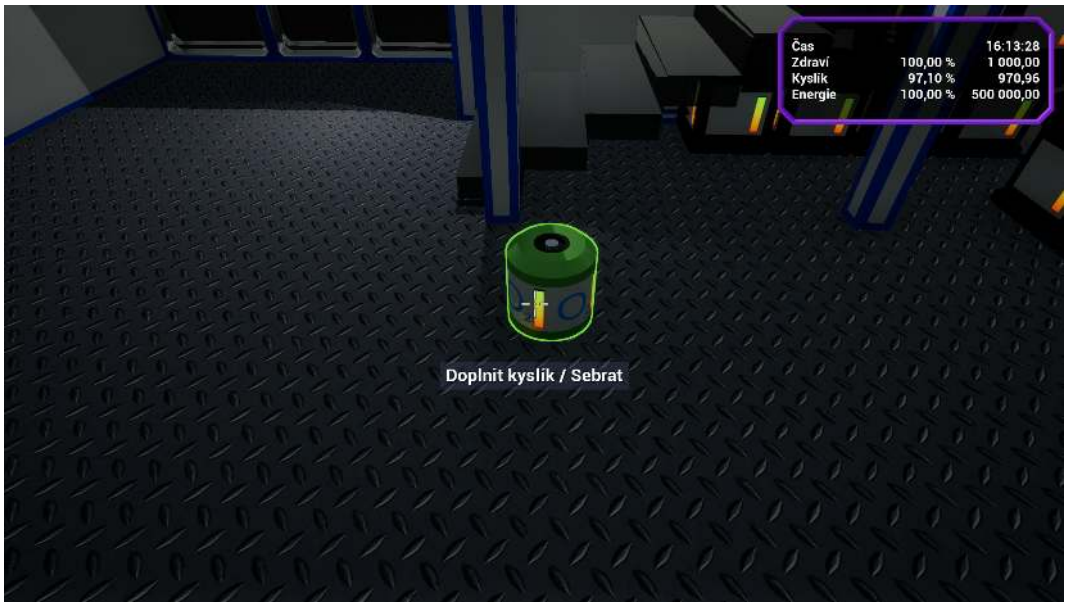
Pokud bylo umístění v pořádku, blok již není nadále průhledný a hráči ubyla energie. Pokud je zapnut kreativní mód, energie samozřejmě neubývá.



Obrázek 5.28: Stavění - po umístění

5.7 Umístitelné předměty

Blok **Kyslíková bomba** je možné umístit do světa a pak si ho opět vzít do inventáře. Díky tomu je možné tyto bloky dále používat třeba pro plnění v **Plničce kyslíkových bomb**. Blok je možné buď rovnou použít (levé tlačítko myši). Tento blok zároveň rovnou ukazuje, kolik objemu je využito.



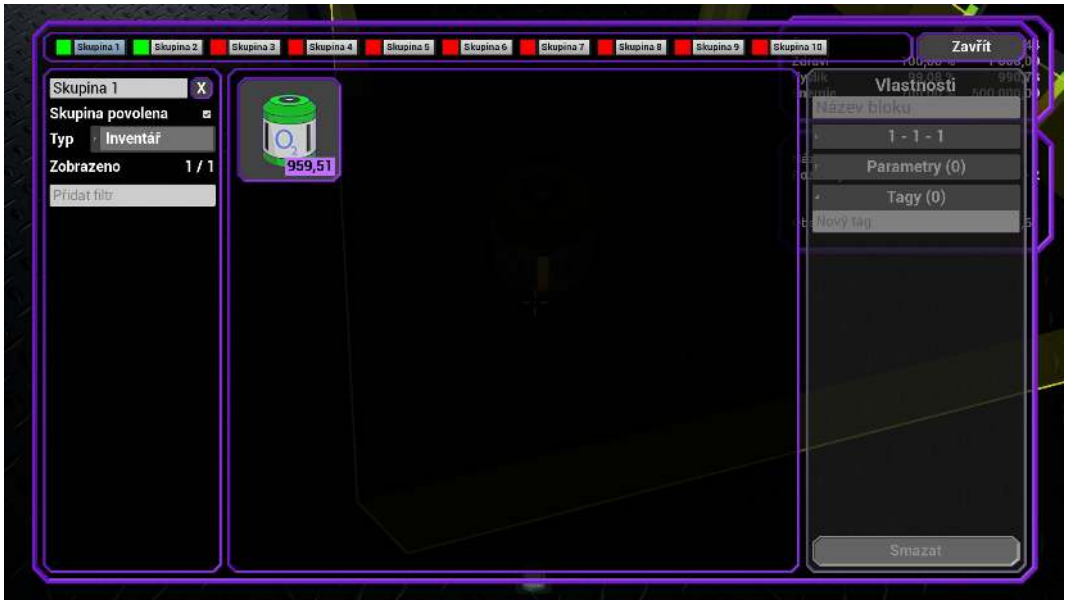
Obrázek 5.29: Umístitelné předměty - plná kyslíková bomba

Na dalším obrázku vidíme již částečně použitou kyslíkovou bombu. Pokud ji pravým tlačítkem myši sebereme a otevřeme si inventář a správnou skupinu (**Typ: Inventář** v nastavení skupiny), uvidíme tento blok v seznamu.

Požité tagy se při přidání do světa a opětovném sebrání zachovávají.

Obrázek 5.30: Umístitelné předměty - použitá bomba

Zároveň v inventáři můžeme vidět přesnou hodnotu naplnění bloku.



Obrázek 5.31: Umístitelné předměty - inventář

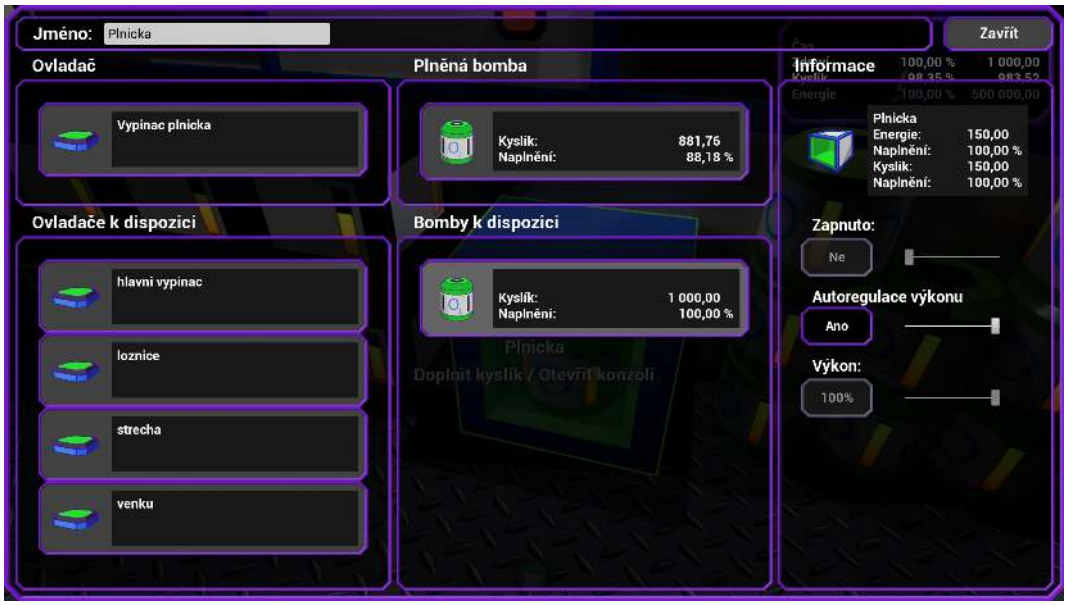
5.8 Plnička kyslíkových bomb

Kyslíkové bomby je potřeba opětovně naplnit, pokud byl jejich obsah spotřebován. Stejně jako u Kyslíkové bomby, levým tlačítkem myši je možné rovnou doplnit zásoby kyslíku hráče. Pravým se pak otevře ovládací obrazovka.

Obrázek 5.32: Plnička kyslíkové bomby - náhled

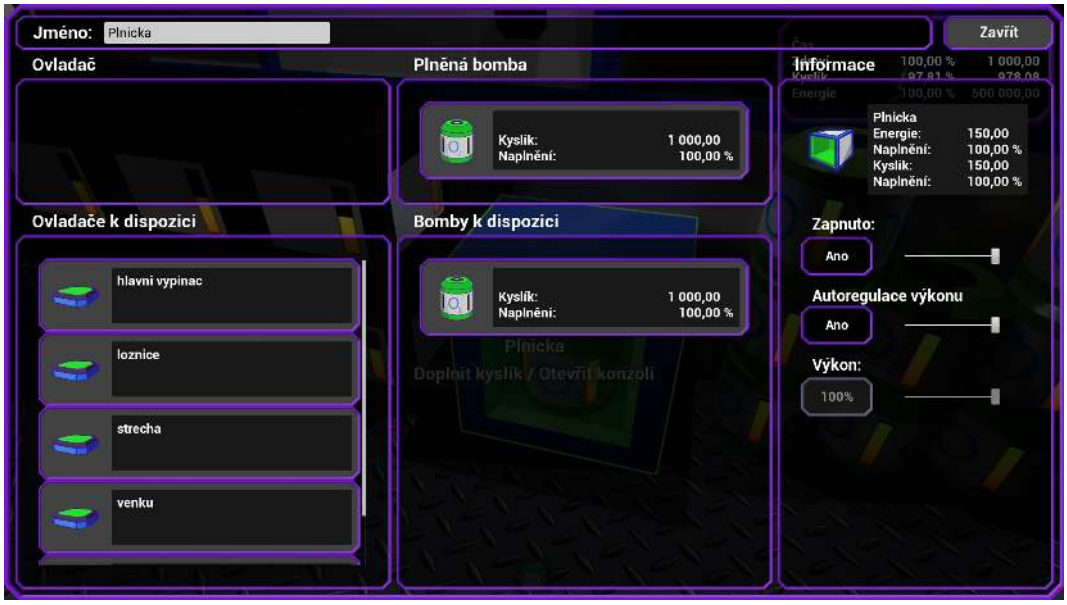
Ta má v levé části přiřazený ovladač, případně je možné nejvýše jeden ovladač ze seznamu ovladačů přiřadit. Pokud je přiřazen ovladač, zapnutí bloku se řídí jeho nastavením. V pravé části je možné regulovat spotřebovávanou energii.

Uprostřed je možné vybrat bomby, které jsou v inventáři hráče, k naplnění.



Obrázek 5.33: Plnička kyslíkové bomby - ovládací obrazovka

Pokud je plnička zapnuta, generuje kyslík a ze své zásoby plní přiřazenou kyslíkovou bombu.



Obrázek 5.34: Plnička kyslíkové bomby - naplněno

5.9 Přepínač

Přepínač slouží jako ovládání pro světla a plničku

Obrázek 5.35: Přepínač - den

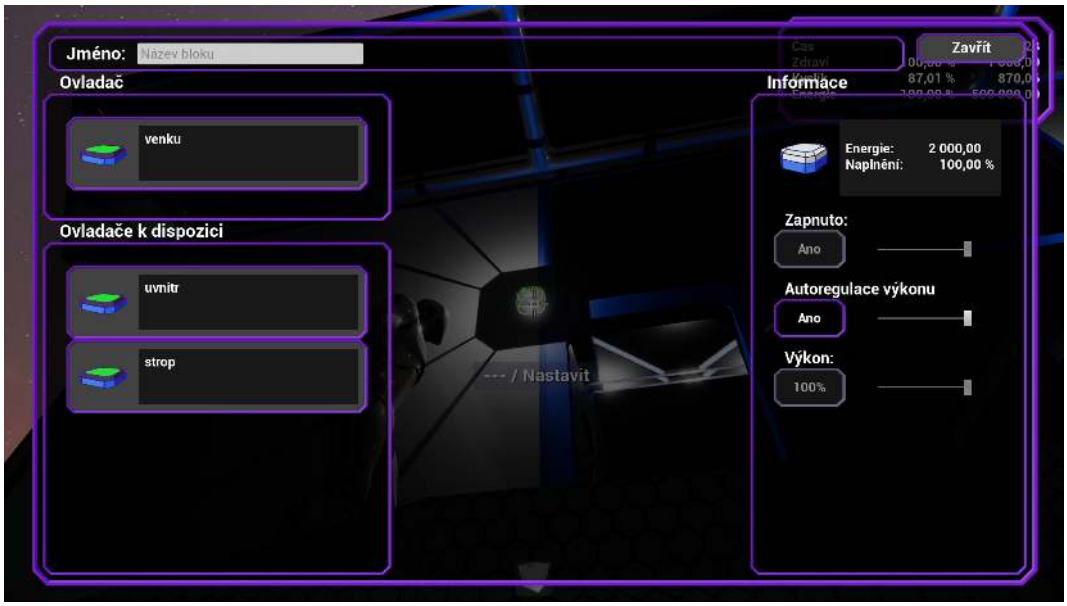
Blok umožňuje reagovat na denní dobu - automatické přepínání na definovaný stav, pokud začne den, nebo začne noc.

V levé části le možné přiřazovat ovládané bloky

Obrázek 5.36: Přepínač - poledne, zataženo

5.10 Světlo

Světlo má podobné rozhraní jako Plnička. V levé části se přiřazuje ovladač, v pravé se edituje výkon bloku.



Obrázek 5.37: Světlo - ovládací obrazovka

5.11 Kyselý déšť

Pokud se blíží bouře kyselého deště, nebo právě jedna probíhá, hráč vidí v levé horní části obrazovky zprávu s odhadovaným časem a intenzitou.

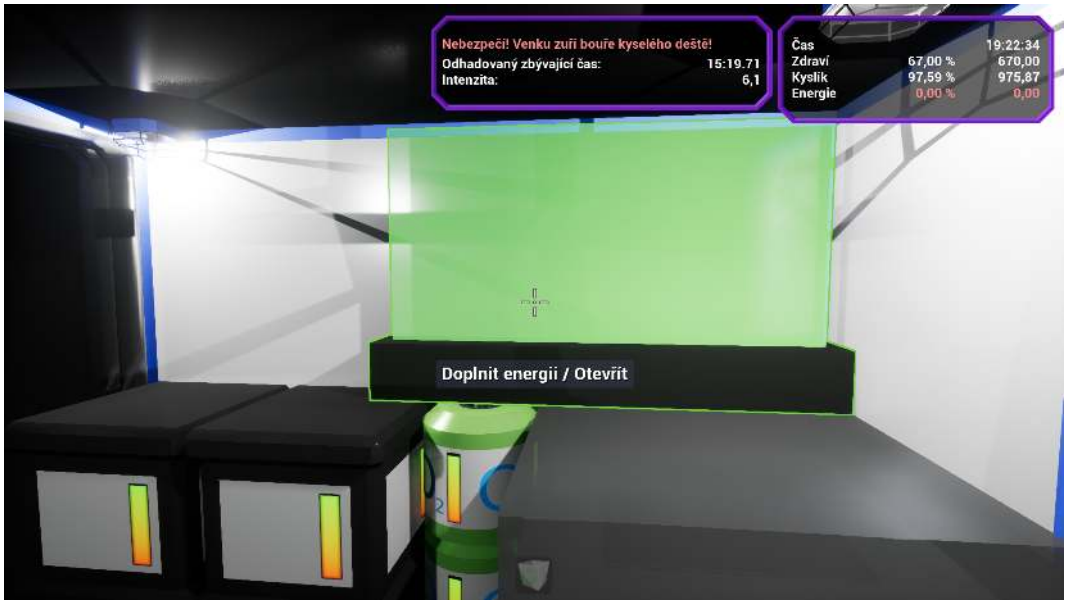
To umožňuje strategicky řídit chod svých budov a případně limitovat spotřebovávané zdroje v případě očekávaných dlouhotrvajících bouří. Odhadovaný čas je udán v herním čase.

Obrázek 5.38: Kyselý déšť - info

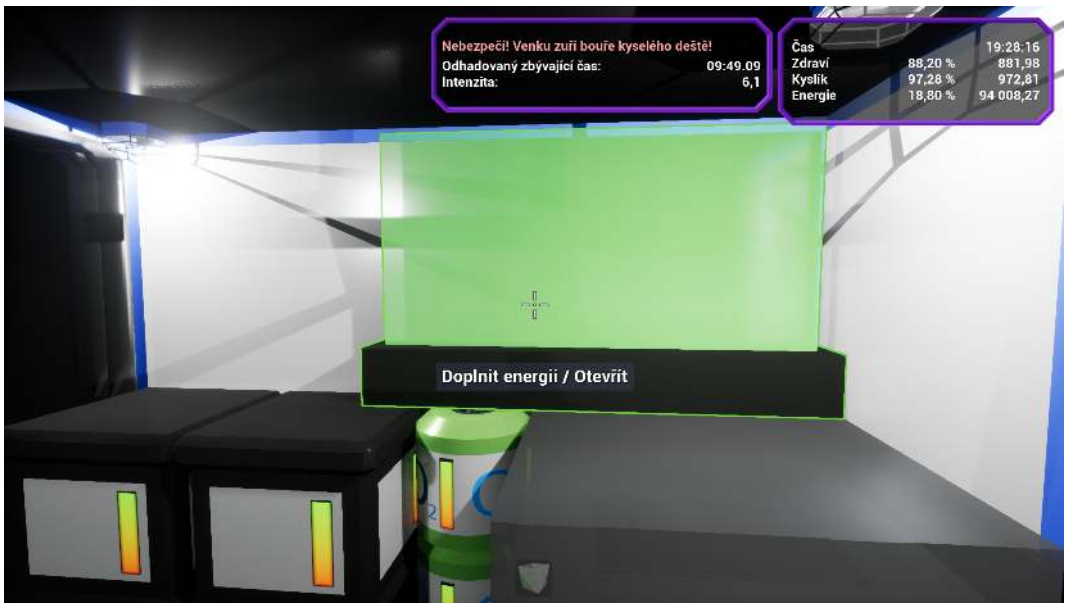
Pokud hráč není ukrytý v budově či pod nějakým blokem, dostává zásahy. Dokud má dostatek energie, je schopen odolávat účinkům bouře, v momentě, kdy mu energie dojde, začne mu ubývat zdraví.

Obrázek 5.39: Kyselý déšť - zásahy

Pokud si hráč doplní energii, začne se mu zdraví obnovovat.

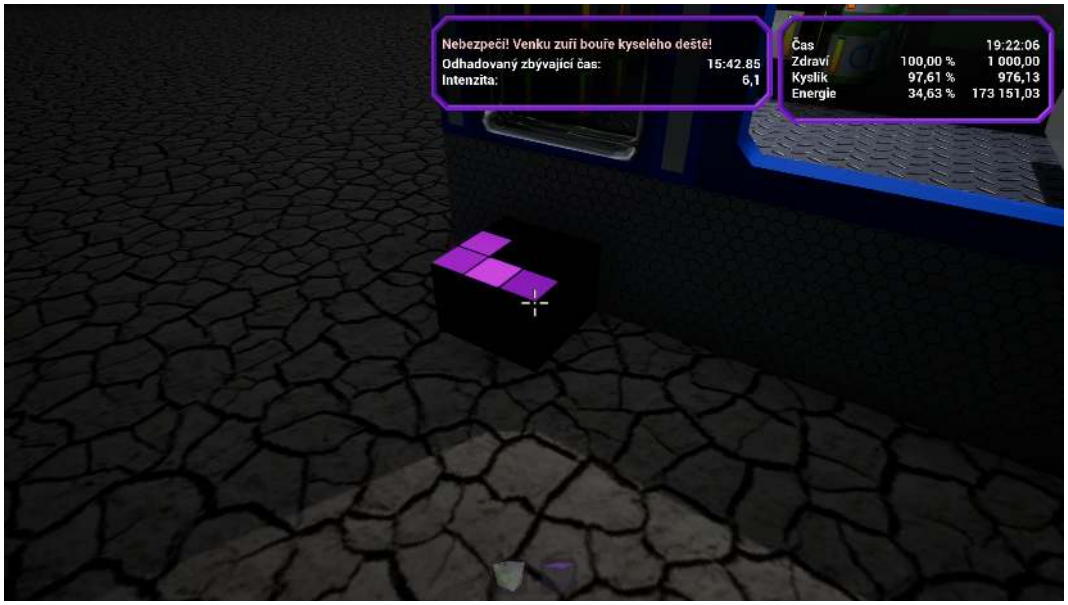


Obrázek 5.40: Kyselý déšť - obnova zdraví



Obrázek 5.41: Kyselý déšť - obnova zdraví

Během bouře je též možné pozorovat animaci generátoru energie, kdy je po každém zásahu rozsvícen příslušný čtverec. Tuto animaci lze z menu vypnout a pokud má uživatel slabší stroj, tak to i doporučujeme.



Obrázek 5.42: Kyselý déšť - animace zásahů

6. Závěr

6.1 Zhodnocení práce

6.2 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] Minecraft Wiki. Block, . URL http://minecraft.gamepedia.com/Block.

[2] Minecraft Wiki. Tutorials/units of measure, . URL http://minecraft.gamepedia.com/Tutorials/Units_of_measure.

[3] dillonsup. Minecraft vs terraria (facts). URL http://www.minecraftforum.net/forums/minecraft-discussion/discussion/178129-minecraft-vs-terraria-facts. internetové fórum.

[4] GameSpot. Space engineers. URL https://static.gamespot.com/uploads/original/1365/13658182/2626082-space-engineers1.jpg.

[5] Erik Fagerholt; Magnus Lorentzon. Beyond the hud - user interfaces for increased player immersion in fps games. Master's thesis, 2009. URL http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/111921.pdf.

[6] Devmaster.net. Game engines (filtered). URL http://devmaster.net/devdb/engines?query=&name=&developer_name=&status=active&languages_supported_ids%5B%5D=1&languages_supported_ids%5B%5D=3&features_ids%5B%5D=1&features_ids%5B%5D=2&features_ids%5B%5D=3&features_ids%5B%5D=4&features_ids%5B%5D=5&features_ids%5B%5D=6&features_ids%5B%5D=7&features_ids%5B%5D=8&features_ids%5B%5D=12&features_ids%5B%5D=13&features_ids%5B%5D=16&features_ids%5B%5D=18.

[7] Unity. Localization manager tutorial. URL https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/scripting/localization-manager.

[8] Inc Epic Games. Localization, . URL https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Gameplay/Localization/.

[9] Inc Epic Games. Gameplay modules, . URL https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Programming/Modules/Gameplay/.

Přílohy