Ekonomická fakulta
Faculty of Economics
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra aplikované matematiky a informatiky

Bakalářská práce

Výzkum herních strategií a chování hráčů virtuálních her

Vypracoval: Jakub Novák
Vedoucí práce: doc. Ing. Mgr. Petr Klán, CSc.

České Budějovice 2026

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Jakub NOVÁK**
Osobní číslo:	**E23248**
Studijní program:	**B0688A140010 Podniková informatika**
Téma práce:	**Výzkum herních strategií a chování hráčů virtuálních her**
Zadávající katedra:	**Katedra aplikované matematiky a informatiky**

Zásady pro vypracování

Navrhněte a ve virtuální realitě proveďte hry pro dva hráče s různými hodnotami payoff matice. Při jejich návrhu se inspirujte hrami na shodu a hrami typu vězňova dilematu. Zkoumejte a stanovte optimální herní strategie a experimentálně tyto strategie ověřte. Postupujte podle následujících bodů:

1. Prostudujte základy teorie her.
2. Seznamte se s používáním virtuálního metaverza Neos.
3. Navrhněte koncept tří různých virtuálních her pro dva hráče.
4. Zaměřte se na hry s nulovým a nenulovým součtem.
5. Navrhněte virtuální svět a hry v tomto světě naprogramujte.
6. Experimentálně zkoumejte herní strategie a stanovte optimální strategie.
7. Srovnejte experimentálně nalezené optimální strategie s jejich teoretickými vzory.
8. Testujte chování virtuálních hráčů z pohledu hledání optimálních strategií.

Rozsah pracovní zprávy:	**40-50 stran**
Rozsah grafických prací:	**dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Lial, M.L., Greenwell, R., Ritchey, N.P. (2016). Finite Mathematics. Pearson, *11. edition.*
2. Klán, P., Mariančík, T. (2019). Jak stavět virtuální světy v metaverzu Neos. Solirax Ltd London.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Mgr. Ing. Petr Klán, CSc.**
Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **13. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **10. dubna 2026**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentská 13 (26)
370 05 České Budějovice

doc. RNDr. Zuzana Dvořáková Líšková, Ph.D.
děkanka

Mgr. Irena Štrausová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. února 2025

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum Podpis

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, doc. Ing. Mgr. Petru Klánovi, CSc., za trpělivost, cenné rady a věnovaný čas v průběhu vytváření této práce. Nakonec bych chtěl poděkovat také své rodině a přátelům za jejich podporu.

Jakub Novák

Obsah

1. Úvod 3
2. Teorie her 4
2.1. Základní pojmy 4
2.2. Matematický model her 5
2.3. Rozdělení her 6
3. Historie virtuální reality 9
4. Hry – návrh, motivace a realizace 10
5. Hra 1 – Investiční souboj 11
5.1. Návrh hry 11
5.2. Realizace 11
5.3. Teoretická optimální strategie 17
5.4. Testování s hráči 18
5.5. Porovnání 20
6. Hra 2 - Gladiátoři 21
6.1. Návrh hry 21
6.2. Realizace 21
6.3. Teoretická optimální strategie 27
6.4. Testování s hráči 29
6.5. Porovnání 30
7. Hra 3 – Porouchané formule 31
7.1. Návrh hry 31
7.2. Realizace 31
7.3. Teoretická optimální strategie 37
7.4. Testování s hráči 38
7.5. Porovnání 38

8. Závěr 39
9. Seznam použitých zdrojů 40
10. Seznam obrázků 41
11. Seznam tabulek 42

1. Úvod

Téma mé bakalářské práce Výzkum herních strategií a chování hráčů virtuálních her jsem si zvolil, protože mě zaujala práce ve virtuálním prostředí. Virtuální reality jsou každým rokem více dostupné a rozšířené, dá se tedy předpokládat, že v budoucnu budou více zasahovat do každodenního života. Problematika teorie her mě také při výběru tématu velice zaujala, jelikož je aplikovatelná na reálné rozhodovací situace.

V první části této práce se zaměřuji na úvod do problematiky teorie her. Definuji zde základní pojmy teorie her a jejího rozdělení podle typů her, také zde ve stručnosti popisuji historii virtuální reality.

Druhá část mé práce je praktická a je rozdělena na tři části. V každé z nich je popsán návrh jednotlivých her a poté jejich návrh v programu Resonite. Dále se zabývám hledáním teoretických optimálních strategií těchto her a testování her s hráči. Na závěr každé části porovnávám mnou teoreticky nalezenou optimální strategii se strategiemi hráčů.

Třetí a poslední částí mé práce je závěr, kde shrnuji a hodnotím nalezené výsledky.

2. Teorie her

Teorie her je matematická disciplína, která slouží k modelování a analýze situací interaktivního rozhodování. Tyto situace zahrnují dva nebo více hráčů s různými cíli, při kterých rozhodnutí jednoho hráče má dopad na výsledek ostatních hráčů. Tato interakce mezi hráči rozlišuje teorii her od klasické rozhodovací teorie, která zahrnuje jen jednoho agenta. Teorie her se snaží předpovědět chování hráčů v různých situacích, a také může poskytovat hráčům tipy, jak mohou dosáhnout svého cíle (Maschler, Zamir a Solan, 2020).

Základy teorie her byly položeny v roce 1944 knihou „The Theory of Games and Economic Behaviour“, kterou napsali matematik John von Neumann a ekonom Oskar Morgenstern. Jejich původní teorie byla během let rozvinuta a je používána v širokém spektru různých odvětví (Maschler, Zamir a Solan, 2020).

2.1. Základní pojmy

Hráč

Hráč je osoba, instituce či mechanismus, který může svým rozhodnutím ovlivňovat konečné výsledky. Hráčů je vždy konečný počet, hráče tedy můžeme označovat čísly 1 až N (Maňas, 1991).

Strategie

Strategie označuje jedno rozhodnutí hráče. Na každého z hráčů připadá určitý soubor strategií. Tuto množinu strategií nazýváme prostorem strategií hráče (Maňas, 1991).

Výplatní funkce

Výplatní funkce je důsledek použití zvolené strategie hráčem. Jestliže výplatní funkce nabude kladné hodnoty interpretujeme tento výsledek jako zisk, pokud naopak nabude hodnoty záporné, značí to, že hráč utrpěl ztrátu. Strategie a jejich odpovídající výplatní funkce můžeme zanést do tabulky nazvané „výplatní matice“, také známá jako „payoff matice“ (Maňas, 1991).

Optimální strategie

Strategie je optimální, jestliže hráč zvolením jiné strategie nemůže zlepšit svoji výhru (Maňas, 1991).

Inteligentní hráč

Inteligentními hráči nazýváme hráče, kteří provádějí logické analýzy a volí své strategie s cílem maximalizovat svůj zisk (Maňas, 1991).

Neinteligentní hráč

Neinteligentní hráč je symbolem pro náhodný mechanismus ve hře (Maňas, 1991).

Nashova rovnováha

Nashova rovnováha, je pojmenovaná po americkém matematikovi Johnu Fobesovi Nashovi, který ji poprvé definoval. Jde o koncept řešení hry dvou nebo více hráčů, kde žádný hráč nemůže nic získat změnou své strategie (Hotz, 2006).

2.2. Matematický model her

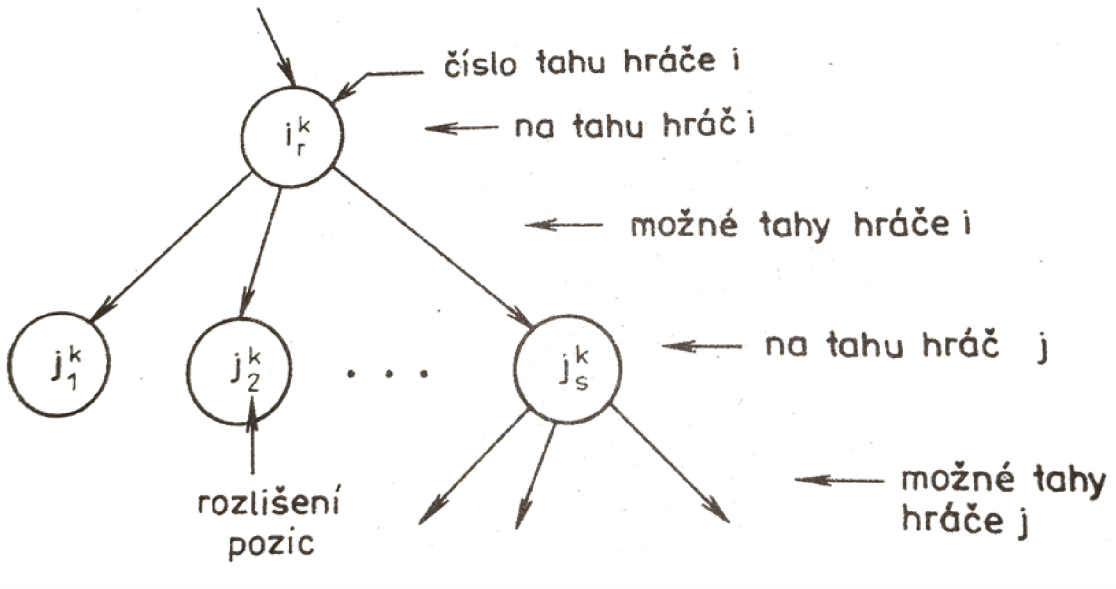
Teorie her využívá základní matematické modely k zápisu konfliktů. Mezi ně patří zejména následující tvary her.

Hra v normálním tvaru

Hra v normálním tvaru se skládá z konečného počtu hráčů. Každý hráč má svou množinu strategií a jejich odpovídající výplatní funkce. Pokud je počet hráčů 2 a strategií není mnoho, používá se k zápisu payoff matice (Hotz, 2006).

Hra v explicitním tvaru

Při hře v explicitním tvaru se hráči v tazích střídají, na rozdíl od hry v normálním tvaru, ve které hráči své tahy hrají současně. Tento typ her je reprezentován stromovým grafem (obrázek 1), kde každý vrchol reprezentuje danou fázi hry. Počet hran vycházejících z daného uzlu reprezentuje počet strategií, které má hráč v daném tahu k dispozici. Uzel, ze kterého nevychází žádná hrana, se nazývá koncový, a má pro každého hráče jeho výplatu (Hotz, 2006).



Obrázek 1: Popis rozhodovací situace pomocí stromu hry (převzato z Maňas, 1991)

2.3. Rozdělení her

Rozhodovací situace je možné klasifikovat podle následujících třídících kategorií, které jsou nutné ke specifikaci všech okolností situací.

Podle počtu hráčů

Hry dělíme na hry pro jednoho, dva nebo více hráčů. Je-li v rozhodovací situaci jeden hráč, jde o případ, kdy jediný rozhodovatel má pod kontrolou důsledky svých rozhodnutí. Velká pozornost je v teorii her věnována hrám pro dva hráče (Maňas, 1991).

Podle součtu výplat

Jedním ze základních rozdělení v teorii her je rozdělení podle součtu výplat. Dělíme je na hry s nulovým a nenulovým součtem. Hry s nulovým součtem se vyznačují pevnou částkou výplaty, o kterou se hráči podle svých rozhodnutí rozdělí. Výška výplaty nezávisí na tom, jaká rozhodnutí hráči zvolili (Maňas, 1991).

Hry s nenulovým součtem jsou hry, při kterých cíle hráčů nemusejí být zcela protikladné. Součet výplat jednotlivých strategií není konstantní a existuje možnost, aby oba hráči současně získali nebo ztratili. Při tomto typu her se hráčům nabízí možnost koordinace za účelem dosažení oboustranných výhod (Maňas, 1991).

Podle možnosti spolupráce

Hry se dělí podle možnosti spolupráce na kooperativní a nekooperativní. Toto rozdělení je používáno pouze pro hry s nenulovým součtem. Při kooperativních hrách se hráči mohou domlouvat na strategiích za účelem dosažení zisku pro oba, zatímco v nekooperativních hrách se hráči nesmějí domlouvat na strategiích (Maňas, 1991).

Jednou z nejznámějších nekooperativních her je hra typu vězňova dilematu, jehož payoff matice je znázorněna v tabulce 1. Vězňovo dilema spočívá v tom, že 2 obvinění z krádeže mají možnost krádež buď zapírat, anebo se přiznat. Pokud budou krádež oba zapírat, bude každý odsouzen na 1 rok. V případě, že se oba přiznají, budou odsouzeni na 3 roky. Pokud se přizná jen jeden, odsoudí toho, který zapíral na 5 let, zatímco ten, který se ke krádeži přiznal, nedostane trest. Při této hře, pokud by byla možnost kooperace, tak je optimální strategií pro oba zapírat, ale z důvodu znemožnění kooperace mezi hráči je optimální strategie pro oba se přiznat kvůli šanci, že druhý hráč bude krádež zapírat (Hotz, 2006).

Tabulka 1: Payoff matice vězňova dilematu (Hotz, 2006)

	Obžalovaný 2: přiznání	Obžalovaný 2: zapírání
Obžalovaný 1: přiznání	3;3	0;5
Obžalovaný 1: zapírání	5;0	1;1

Podle informovanosti hráčů

U her, ve kterých se strategie tvoří podle odehraných tahů, se rozlišují hry na hry s úplnou a neúplnou informací. Ve hrách s úplnou informací mají všichni hráči veškeré informace o struktuře hry, o všech strategiích a o výplatách. Naopak ve hrách s neúplnou informací hráči všechny informace nemají, nejčastěji se vyznačují tím, že hráči neznají strategie ostatních hráčů (Maňas, 1991).

Podle počtu možných strategií

Při rozlišování her je nutné odlišit případy, kdy všichni hráči mají konečně mnoho možných strategií od případů, kdy tomu tak není. Hry tedy podle tohoto faktoru dělíme na konečné a nekonečné hry (Maňas, 1991).

3. Historie virtuální reality

V dnešní době je počítačová grafika využívána v mnoha oblastech našich životů. Už na konci 20. století bylo obtížné si představit určité profese bez grafických pracovních stanic. Rychlý vývoj mikroprocesorové technologie přináší možnosti používání virtuální reality pro obyčejné uživatele (Barnard, 2026).

První zmínky o virtuální realitě (VR) se datují do 60. let 19. století, kdy Morton Heilig vytvořil více-smyslový simulátor zvaný „Sensorama“, který k filmu přidal pachy, vítr a vibrace. V roce 1965 navrhl Ivan Sutherland koncept virtuální reality, který zahrnoval interaktivní grafiku s haptickou, zvukovou a chuťovou zpětnou vazbou. Později Sutherland se svým studentem Bobem Sproullem sestrojil zařízení, které je považováno za první VR headset. Za první interaktivní VR systém se považuje „Videoplace“ od Myrona Kruegera. Videoplace uměl měřit uživatelovu pozici pomocí světelné projekce, kamer a obrazovek. V moderním pojetí se jednalo spíše o interaktivní projekci a nevyužíval se žádný druh headsetu (Barnard, 2026).

Na přelomu 80. a 90. let se do virtuální reality zapojila také NASA (National Aeronautics and Space Administration), která používala VR pro výcvik astronautů. V 90. letech se také technologie VR přiblížila široké veřejnosti, a to zejména prostřednictvím videoher. Začaly se objevovat virtuální hry v arkádových hernách a v polovině 90. let vydala společnost Nintendo konzoli s názvem Virtual Boy (Barnard, 2026).

V roce 2010 vyšel první prototyp VR headsetu „Oculus Rift“, který znovu nastartoval zájem o VR. Firmu Oculus Rift v roce 2014 koupila společnost Facebook, která je dodnes jedním z největších výrobců VR headsetů pro širokou veřejnost. Některé současné headsety nevyžadují pro fungování připojení k počítači ani externí senzory, snímání uživatelovy polohy je řešeno pomocí kamer na headsetu, které umožňují využívání headsetu nejen pro virtuální realitu, ale i pro augmentovou realitu (Barnard, 2026).

4. Hry – návrh, motivace a realizace

Před samotným začátkem návrhu jednotlivých her jsem potřeboval stanovit o jaké typy her, které jsou popsány výše, se bude jednat. Již z tématu mé práce vyplývá, že veškeré mnou navrhované hry budou vytvořeny tak, aby je mohli hrát dva hráči, tedy podle terminologie, hry pro dva hráče. Jelikož jsem chtěl, aby se hry od sebe nějakým způsobem odlišovaly, rozhodl jsem se vytvořit hry jak s nulovým, tak hry s nenulovým součtem, a zároveň mi přišlo vhodné, aby alespoň jedna hra byla hra na více kol a ostatní byly na jedno kolo. Věděl jsem, že později budu muset nalézt optimální strategie u mnou vytvořených her, proto jsem si zvolil, že do hry nebudu přidávat náhodné mechanismy.

Hry jsem se rozhodl takto navrhnout a rozdělit, aby byly pokryty různé typy rozdělení her a má práce byla zároveň komplexní a pokrývala širší spektrum problematiky teorie her. Ještě před tím, než jsem započal samotnou realizaci her, jsem věděl, že je budu nechávat hrát reálné hráče a následně budu analyzovat jejich volby strategií a budu je srovnávat s optimálními strategiemi, proto jsem podle toho k vývoji her přistupoval.

Veškeré mé hry byly vytvářeny v programu Resonite, jelikož se jedná o komplexní program pro virtuální reality, ve kterém se kromě návrhu prostředí dá zároveň hra programovat i hrát. Dalšími výhodami tohoto programu jsou, možnost připojení dalších hráčů do světů ostatních hráčů, což mi umožnilo snadno vyhodnocovat strategie, a dále možnost používat program nejen ve virtuální realitě, ale i na počítači. Jediné nevýhody, které jsem u programu zaznamenal, bylo složitější pochopení fungování samotného programu a omezená dostupnost informací a materiálů k pochopení mechanik, které ale byly vykompenzovány možností propojení s ostatními hráči, kteří mi poskytli náhled na jejich zkušenosti s programem a jeho výhodami.

Poté, co jsem vymyslel, jakými hrami se budu zabývat a v jakém programu je budu vytvářet, jsem se mohl pustit do samotné realizace, která je více popsaná v následujících kapitolách.

5. Hra 1 – Investiční souboj

5.1. Návrh hry

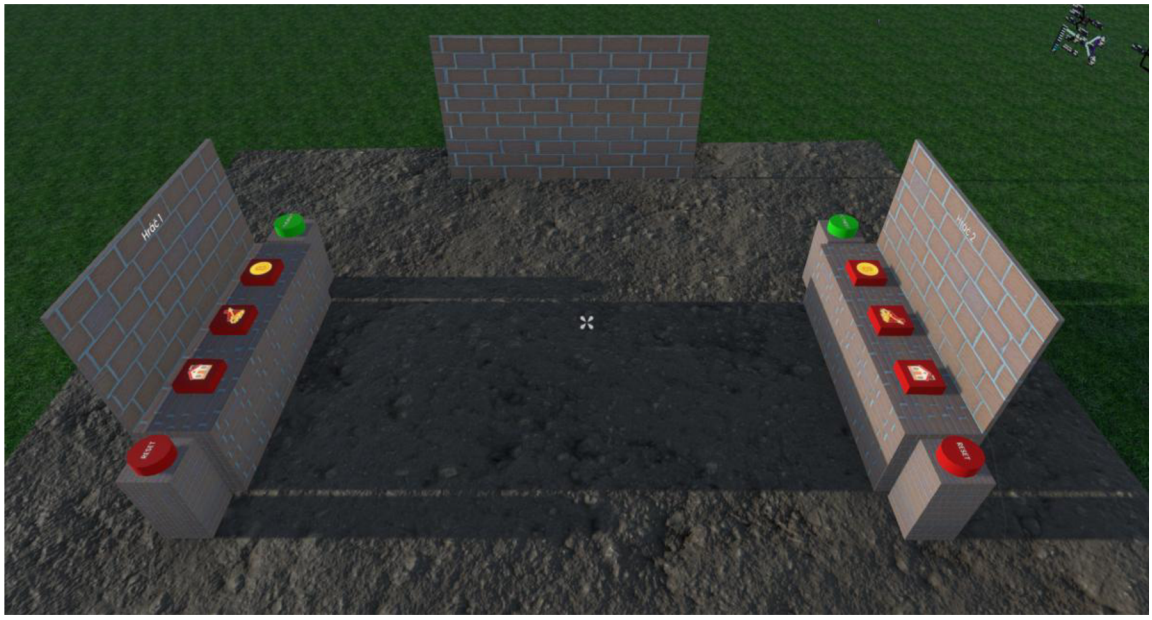
Při návrhu první hry jsem se inspiroval jednou z nejznámějších her z teorie her, a to vězňovým dilematem. Jako téma této hry jsem zvolil svět investic. V této hře se dva hráči snaží vydělat co nejvíce peněz zvolením vhodné investice. Hráči mají na výběr ze tří možností investic. Hráči mohou investovat do kryptoměn, které mají výnos 8 milionů, ale pokud do nich budou investovat oba, tak jejich výnos bude pouze 2 miliony. Dále mohou investovat do nemovitostí, které přinesou výdělek 3 miliony pro jednoho nebo 5, pokud tuto možnost zvolí oba hráči. Poslední investice do akcií vynáší 4 miliony, nehledě na to, zda do nich investoval jeden nebo oba hráči.

5.2. Realizace

Před zahájením vývoje her, jsem se musel seznámit s vytvářením světů ve virtuálním prostředí programu Resonite. Ke studiu stavění světů v programu Resonite jsem využil knihu „Virtuální život: Dny a noci ve virtuálních světech“ (Klán & Mariančík, 2026) a knihu „Jak stavět virtuální světy v metaverzu Neos“ (Klán & Mariančík, 2019). Po dostatečném seznámení s mechanismy programu Resonite jsem mohl začít pracovat na své první hře. Začal jsem vytvořením nového světa, který jsem pracovně nazval „Hra 1“. Typ světa jsem nastavil na „grid“ a byl jsem připraven na vývoj první hry.

Jako první jsem ve světě nastavil materiál země pomocí nástroje „Material tool“ a materiálové koule trávy. Dále jsem začal pracovat na prostředí hry. Pomocí nástroje „Dev tool“ jsem si vytvořil kvádr, který jsem následně upravil pomocí „inspektoru“ a vytvořil podlahu celé hry. Podlaze jsem nastavil materiál, který jsem jako ostatní materiály našel ve volně přístupných složkách ostatních uživatelů. Pro podlahu jsem zvolil materiál připomínající hliněný povrch a pro zdi a stolky jsem následně zvolil cihlový materiál. Poté co jsem zvolil materiály jsem pomocí inspektoru a úpravy kvádrů vytvořil tři zdi. Ke dvěma zdem jsem vytvořil stolečky na tlačítka a třetí stěnu jsem využil jako tabuli, na kterou se zobrazí výsledek hry. Po obou stranách stolečků jsem vytvořil další menší stolečky, které budou sloužit jako podstavce pro tlačítka, jedno pro potvrzení vybrané možnosti („potvrdit“) a druhé tlačítko pro restart hry („reset“). Na zdi u stolků s tlačítky jsem

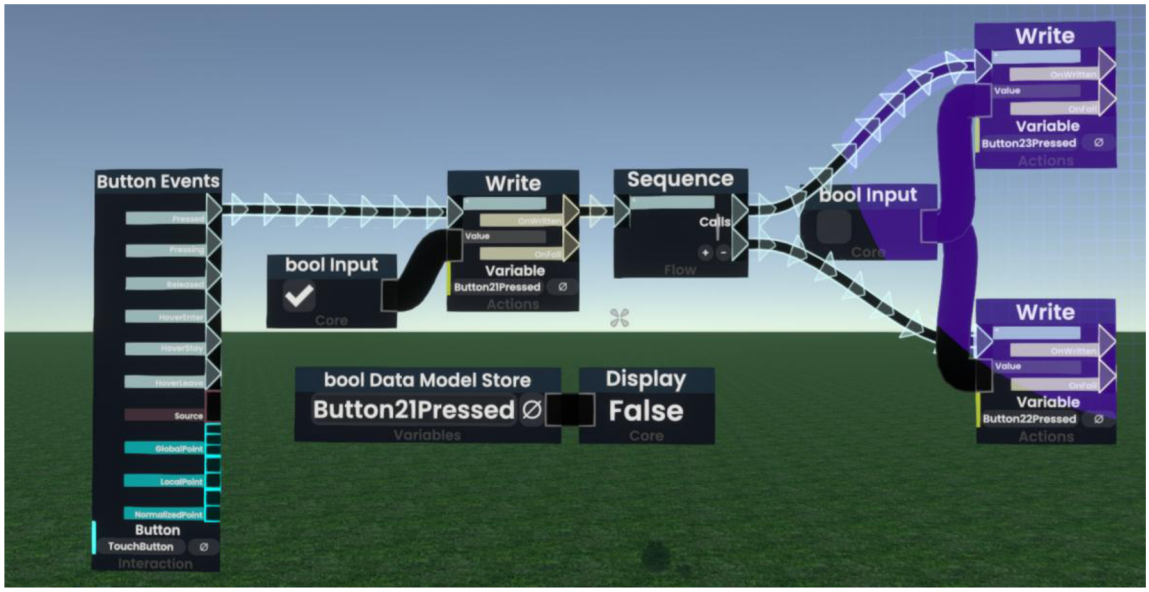
pomocí dev nástroje vytvořil text pro označení, o jakého hráče se jedná. Tlačítka pro výběr strategie jsem opět vytvořil pomocí úpravy kvádrů, a poté jsem naimportoval obrázky, které jsem použil jako ikony tlačítek. Pro tlačítko reset a tlačítko potvrdit jsem místo kvádru použil cylindr a přidal text pro popis tlačítek. Do všech tlačítek jsem přidal komponentu „TouchButton“, aby se s nimi dalo interagovat pomocí „ProtoFlux nodů“. Takto jsem měl připravené prostředí hry (obrázek 2) a mohl jsem se přesunout na její programování.



Obrázek 2: Prostředí hry 1

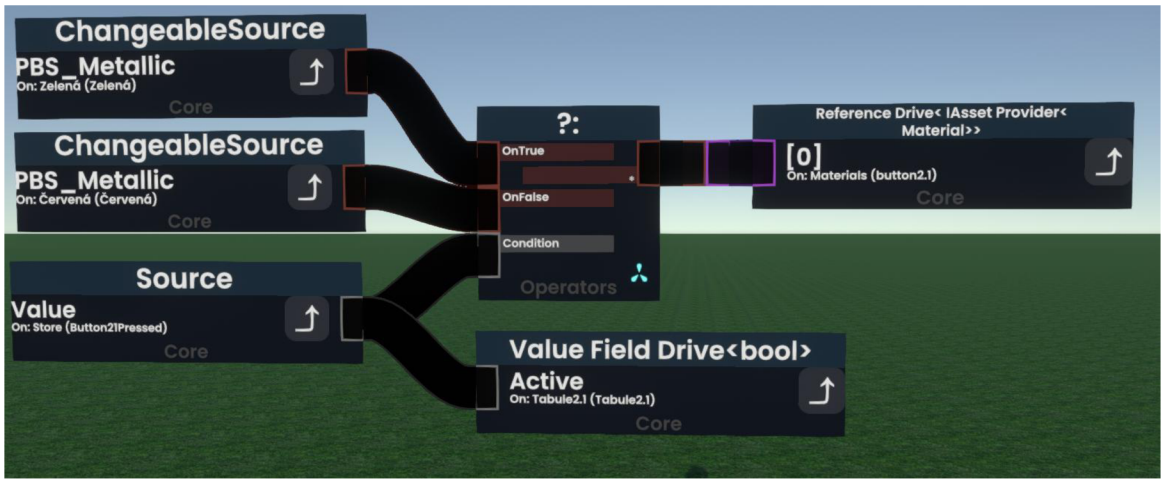
Jako první jsem si musel zprovoznit tlačítka. K získání „impulzu“ ze zmáčknutého tlačítka jsem použil nod „ButtonEvents“, do kterého jsem vložil odkaz na komponentu „TouchButton“ daného tlačítka. Impulz z možnosti „Pressed“ na nodu „ButtonEvents“ jsem napojil na vstup nodu „Write“. Ke každému tlačítku jsem si vytvořil odpovídající proměnou typu „bool“ a nazval je „ButtonPressed“ s čísly uprostřed. První číslo proměnné reprezentuje číslo hráče a druhé reprezentuje číslo tlačítka. Obdobně jsem měl očíslovaná samotná tlačítka. K nodu „Write“ jsem připojil nod pro bool vstup, kterému jsem nastavil hodnotu na pravda a z výstupu „OnWritten“ jsem vyvedl impulz do nodu „Sequence“. Nod „Sequence“ se stará o rozdělení vstupního impulzu na požadovaný počet výstupních impulzů. Nod „Sequence“ jsem nastavil na dva výstupy a ty napojil do dvou nodů „Write“, ke kterým jsem připojil bool vstup nastavený na nepravdu a jako zápisovou proměnnou do nich nastavil proměnné tlačítek dalších dvou možností daného

hráče. Tímto jsem docílil toho, že hráč může mít zvolené jen jedno z tlačítek, protože když se jedno tlačítko nastaví na hodnotu pravda, ostatní se nastaví na nepravda (obrázek 3).



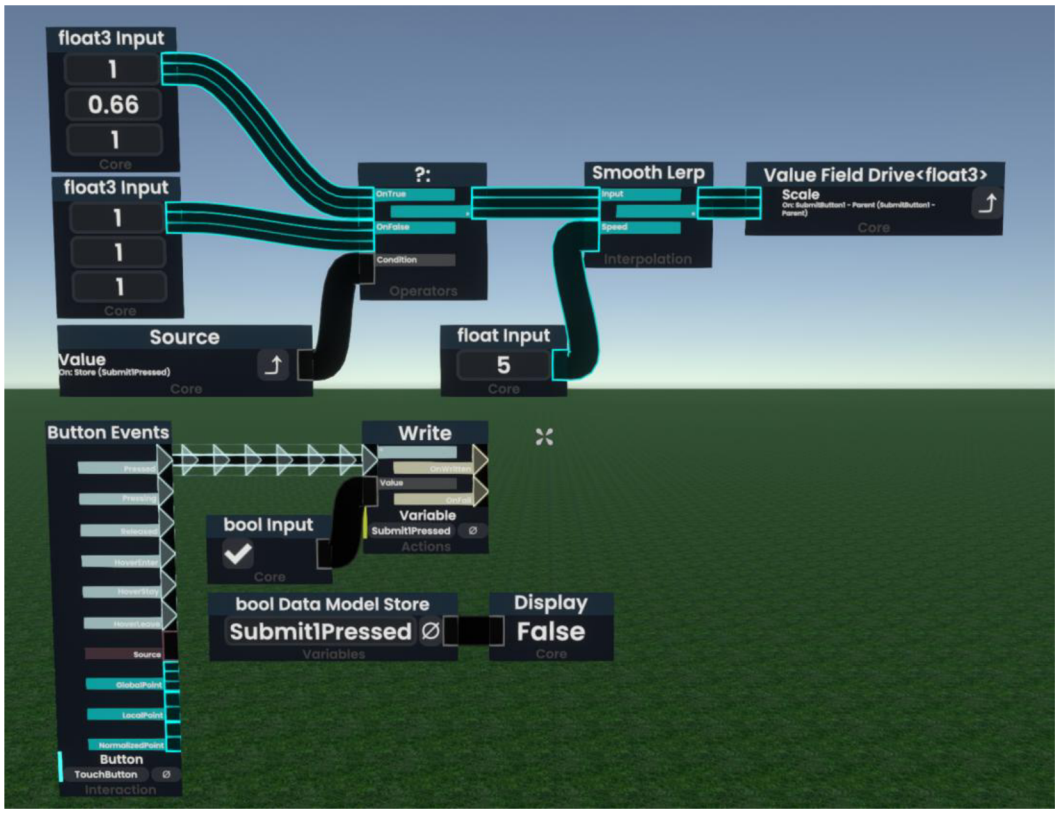
Obrázek 3: Zprovoznění prvního tlačítka druhého hráče

Po zprovoznění tlačítek jsem chtěl, aby hráč viděl, jaké tlačítko má zvolené. Pro vizuální indikaci jsem si vytvořil pomocí materiálového nástroje červený a zelený materiál. Také jsem pro každé tlačítko vytvořil na zdi nad tlačítky příslušnou tabuli s textem, jaká z možnosti byla zvolená. Z vytvořených materiálů jsem si vytvořil „reference“, které jsem použil jako zdroj pro změnu materiálu tlačítek. Pro určení, jaký materiál se má na tlačítko aplikovat, jsem použil nod „If“, do kterého jsem na vstup „OnTrue“ připojil zelený materiál a na vstup „OnFalse“ materiál červený. Jako podmínku jsem použil proměnnou daného tlačítka. Stejnou proměnnou jsem také použil na řízení možnosti „Active“ odpovídající tabule. Takto jsem měl zprovozněnou vizuální indikaci zvoleného tlačítka. Pokud bude proměnná daného tlačítka nastavená na hodnotu pravda, tak se materiál tohoto tlačítka změní na zelenou, a také se nastaví možnost „Active“ příslušné tabule a ta se díky tomu objeví (obrázek 4).



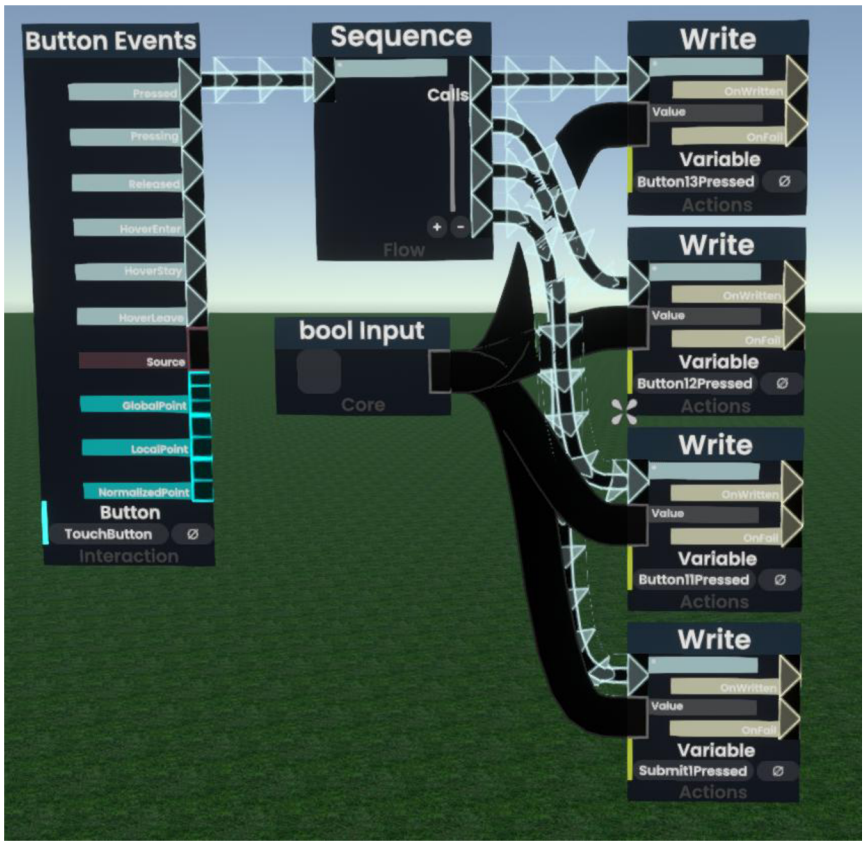
Obrázek 4: vizuální indikace zvoleného tlačítka

Jako další jsem si zprovoznil tlačítka potvrzení. Funkci samotného tlačítka jsem dělal obdobně jako u tlačítek strategií. Z nodu „ButtonEvents“ jsem impulz navedl do nodu „Write“, který po zmáčknutí tlačítka zapisuje hodnotu pravda do příslušné proměnné. Pro potvrzovací tlačítka jsem chtěl ponechat zelenou barvu pořád, proto jsem musel zvolit jinou formu ukazatele, že je tlačítko zmáčknuté. Nakonec jsem došel k variantě, kdy tlačítko „zajede“ níž. Toho jsem docílil pomocí změny měřítka v příslušné ose. Pro realizaci tohoto pohybu jsem použil nod „If“, na který jsem napojil dva vstupy se třemi čísly pro jednotlivé osy. Jako podmínku jsem použil proměnnou daného potvrzovacího tlačítka. Výstup z nodu „If“ jsem napojil na nod „Smooth Lerp“, který se stará o to, aby pohyb tlačítka byl plynulý. K tomuto nodu jsem připojil vstupní hodnotu, která určuje rychlost pohybu a jeho výstup jsem připojil na možnost „Scale“ daného tlačítka. Když je tlačítko aktivní změní se jeho měřítko v ose Y na 66 %, a díky tomu působí zmáčknuté (obrázek 5).



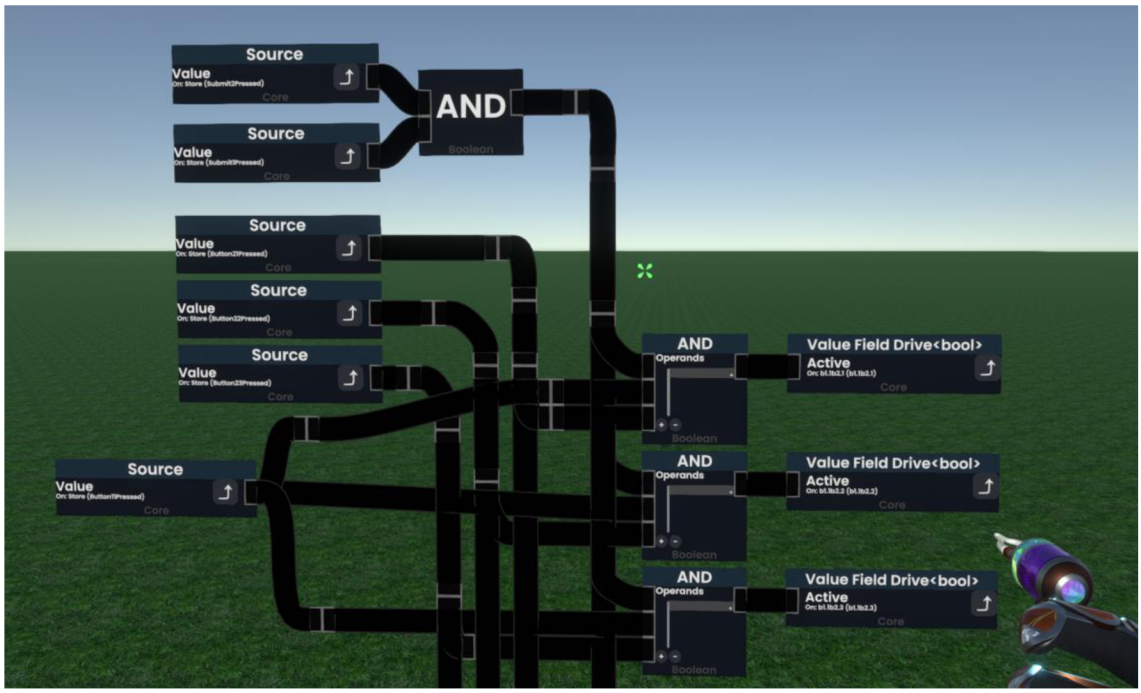
Obrázek 5: Tlačítko potvrzení výběru

Poslední z tlačítek, která jsem potřeboval zprovoznit, byla tlačítka resetu. Tlačítko reset slouží k vynulování zvolené možnosti a potvrzovacího tlačítka. K vynulování jsem použil nody „Write“ pro nastavení proměnných daného hráče na hodnotu nepravda. Tyto nody byly napojené přes nod „Sequence“ pro rozdělení impulzu do nodu „ButtonEvents“ (obrázek 6).



Obrázek 6: Tlačítko reset

Pro dokončení této hry už mi zbývalo jen naprogramovat vyhodnocení kolik ve hře vydělal který hráč. Nejprve jsem si na výsledkovou zeď vytvořil devět tabulí s výslednými vydělanými penězi. Z těchto tabulí jsem použil možnost „Active“, kterou jsem napojil na výstup nodu „And“. Do nodů „And“ jsem napojil vždy výstup z dalšího nodu „And“, který kontroloval, zda jsou obě potvrzovací tlačítka zmáčknutá a kombinaci proměnných zmáčknutých tlačítek dvou hráčů. Nodů „And“ jsem použil celkem devět pro každou kombinaci tlačítek. Na obrázku 7 je vidět porovnání prvního tlačítka jednoho hráče se všemi tlačítky hráče druhého. Obdobně jsou porovnávány další tlačítka prvního hráče.



Obrázek 7: Vyhodnocení hry

5.3. Teoretická optimální strategie

Pro analýzu optimální strategie si nejprve musíme určit o jaký typ hry se jedná. Hra je pro dva hráče, kteří svoje strategie volí současně. Jelikož výplaty obou hráčů jsou kladné, jedná se o hru s nenulovým součtem, a protože hráči spolu nemohou komunikovat, tak se jedná o hru nekooperativní. Zároveň předpokládáme, že se hráči snaží nalezenout optimální strategii, takže jsou oba racionální a mají úplné informace.

Pro stanovení optimální strategie jsem si musel vytvořit payoff matici (tabulka 2). Množinu hráčů jsem stanovil jako {1;2} pro hráče 1 a hráče 2 a množinu strategií jako {N, A, K} pro Nemovitosti, Akcie a Kryptoměny.

Tabulka 2: payoff matice hry 1

1;2	N	A	K
N	5;5	3;4	3;8
A	4;3	4;4	4;8
K	8;3	8;4	2;2

Po určení, o jaký typ hry se jedná, jsem se mohl pustit do hledání optimální strategie. Hledání jsem začal tím, že jsem si určil, jaká je nejlepší strategie jednoho hráče v závislosti na tom, co za strategii zvolí hráč druhý. Ptal jsem se tedy na otázku, jakou strategii by měl hráč 2 zvolit, pokud hráč 1 zvolil investici do nemovitostí. Pokud hráč 1 zvolil tuto strategii, tak je pro hráče 2 jednoznačně nejlepší možnost zvolit investici do kryptoměn, protože na ní vydělá nejvíce. Tuto strategii jsem zvýraznil podtržením v tabulce 3. Stejnou otázku jsem si položil pro případy, kdy hráč 1 zvolí investici do akcií nebo do kryptoměn. Pokud zvolí strategii investování do akcií, je pro hráče 2 opět nejvýhodnější zvolit investici do kryptoměn, a pokud hráč 1 zvolí investici kryptoměn, tak pro hráče 2 je optimální zvolit možnost akcií, protože z ní vydělá nejvíce peněz. Tyto strategie jsem opět podtrhl v tabulce 3 a provedl stejný postup opačně, kdy jsem se ptal, jakou strategii má zvolit hráč 1 podle toho, jakou strategii zvolí hráč 2, a opět tyto strategie podtrhl v tabulce 3. Poté, co jsem našel tyto strategie, jsem hledal, zda se nejlepší strategie v závislosti na druhém hráči někde protínají. Vyšlo mi, že Nashovy rovnováhy jsou pro tuto hru dvě, a to, pokud hráč 1 zvolí strategii akcií a hráč 2 strategii kryptoměn nebo naopak. Tyto strategie jsem v tabulce 3 zvýraznil zelenou barvou. Z tohoto vyplývá, že optimální strategie jsou, že pokud jeden hráč zvolí strategii kryptoměn pro druhého je nejlepší zvolit investici do akcií.

Tabulka 3: Optimální strategie hry 1

Hráč 1; Hráč 2	N	A	K
N	5;5	3;4	3;**8**
A	4;3	4;4	**4;8**
K	**8**;3	**8;4**	2;2

5.4. Testování s hráči

Po nalezení optimální strategie jsem postupně přizval 3 hráče do mého světa, vysvětlil jim pravidla hry a s každým hrál dvacet kol. Protože jsem znal optimální strategii, volil jsem své strategie náhodně. Při hraní jsem si zapisoval, jaké strategie hráči volili (tabulka 4) a po skončení dvaceti kol jsem se hráčů zeptal, která ze strategií jim přišla optimální.

První hráč zvolil jednou investici do akcií, dvakrát investici do nemovitostí a třikrát do kryptoměn, než mi po šestém kole sdělil, že se mu pouze vyplatí investovat do kryptoměn, protože z nich může nejvíce vydělat. Zbytek kol tedy hrál pouze strategii kryptoměn.

Druhý hráč volil nejméně možnost kryptoměn, kterou zvolil jen třikrát a nejvíce možnost akcií. Po skončení posledního kola jsem se hráče zeptal, proč volil tolikrát strategii akcií a nevolil téměř vůbec strategii kryptoměn a nemovitostí. Hráč mi sdělil, že si myslí, že je tato volba nejlepší, protože vždy vydělá čtyři miliony, a když by volil kryptoměny, tak by musel doufat, že je nezvolím já a u nemovitostí by naopak musel doufat, že je zvolím, aby nevydělal málo.

U třetího hráče převládaly investice do akcií a kryptoměn, naopak do nemovitostí neinvestoval skoro vůbec. Když jsem se ho po skončení hry zeptal, proč volil své strategie takto, tak mi řekl, že nemovitosti vydělávají v průměru nejméně, proto je nevolil. Dvě další možnosti volil skoro střídavě, protože nechtěl pokaždé riskovat pro nejvíce peněz a akcie mu přišly jako bezpečná varianta. Všechny tahy hráčů jsou zobrazeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Volby strategií hráčů ve hře 1

	Hráč 1	Hráč 2	Hráč 3
Nemovitosti	2	5	2
Akcie	1	12	8
Kryptoměny	17	3	10

V tabulce 5 jsou průměrné výdělky jednotlivých hráčů. Hráči jedna a tři vydělali v průměru o milion více než hráč dva, protože nejvíce volili investici do kryptoměn, která i přes riziko zisku pouze dvou milionů má průměrný zisk vyšší než ostatní strategie.

Tabulka 5: Průměrné výdělky hráčů

	Hráč 1	Hráč 2	Hráč 3
Průměrná vydělaná hodnota	5,2 milionu	4,15 milionu	5,1 milionu

5.5. Porovnání

Když porovnám teoretickou optimální strategii se strategiemi hráčů, tak se k teoretickým strategiím blížili všichni hráči, protože volili převážně možnosti akcií a kryptoměn, které jsou součástí Nashovy rovnováhy. Byl jsem velice překvapen z brzkého závěru hráče jedna, který k optimální strategii došel už u 6 kola.

6. Hra 2 - Gladiátoři

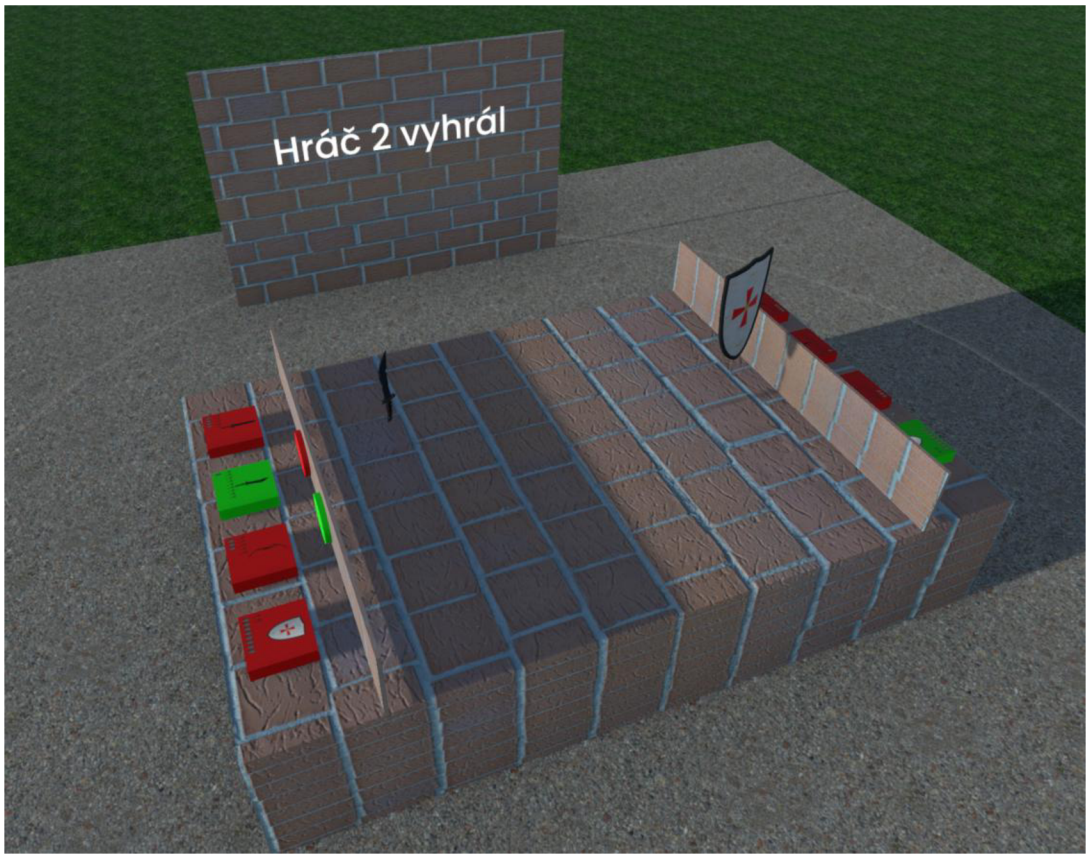
6.1. Návrh hry

Jako druhou hru jsem chtěl vytvořit hru s nulovým součtem. Vymyslel jsem hru, kde si hráči volí svého gladiátora. Na výběr mají hráči ze 4 tříd gladiátorů. Mohou si vybrat z Těžkooděnce, který má velkou obranu a nízký útok, Lukostřelce, u kterého převládá útok, Vraha, který má vysoký útok a nízkou obranu nebo Rytíře, který má statistiky téměř vyrovnané a je v nich průměrný. Každý gladiátor má svůj daný útok a obranu. Vítězí hráč, který udělí větší poškození druhému hráči. Pokud je obrana jednoho hráče vyšší než útok druhého, je útok zablokován a poškození je nula. V situaci, kdy oba hráči udělí stejné poškození nebo oba útoky jsou zablokovány, je výsledek souboje remíza.

Každý z hráčů si na začátku hry stoupne ke svému panelu s tlačítky gladiátorů. Dále si každý zvolí svého gladiátora. Když mají oba hráči zvoleného svého gladiátora, hra vyhodnotí výsledek a zobrazí, kdo je vítěz a kdo poražený.

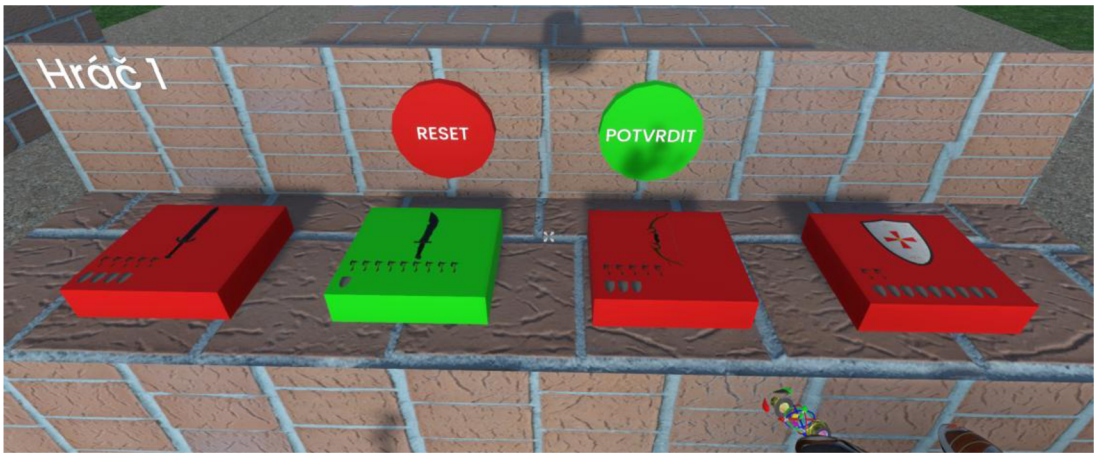
6.2. Realizace

U druhé hry jsem ze začátku postupoval obdobně jako u hry první. Nejprve jsem si vytvořil nový svět, poté nastavil na zem trávu a vytvořil platformu pro hru, na kterou jsem nastavil materiál připomínající štěrk, který jsem našel ve veřejně sdílených složkách ostatních uživatelů. Pro tuto hru jsem zvolil jeden velký stůl, na jehož koncích jsou tlačítka strategií. Před tlačítka jsem na stůl vytvořil nízkou stěnu, aby hráči neviděli na zvolenou možnost druhého hráče. Na tuto zeď jsem umístil text s nápisem, o jakého hráče se jedná a tlačítka pro potvrzení a pro restart. Tyto tlačítka jsem opět vytvořil upravením válce a na ně přidal příslušný text. Stejně jako v první hře jsem i zde vytvořil zeď, na které se objeví výsledek hry (obrázek 8).



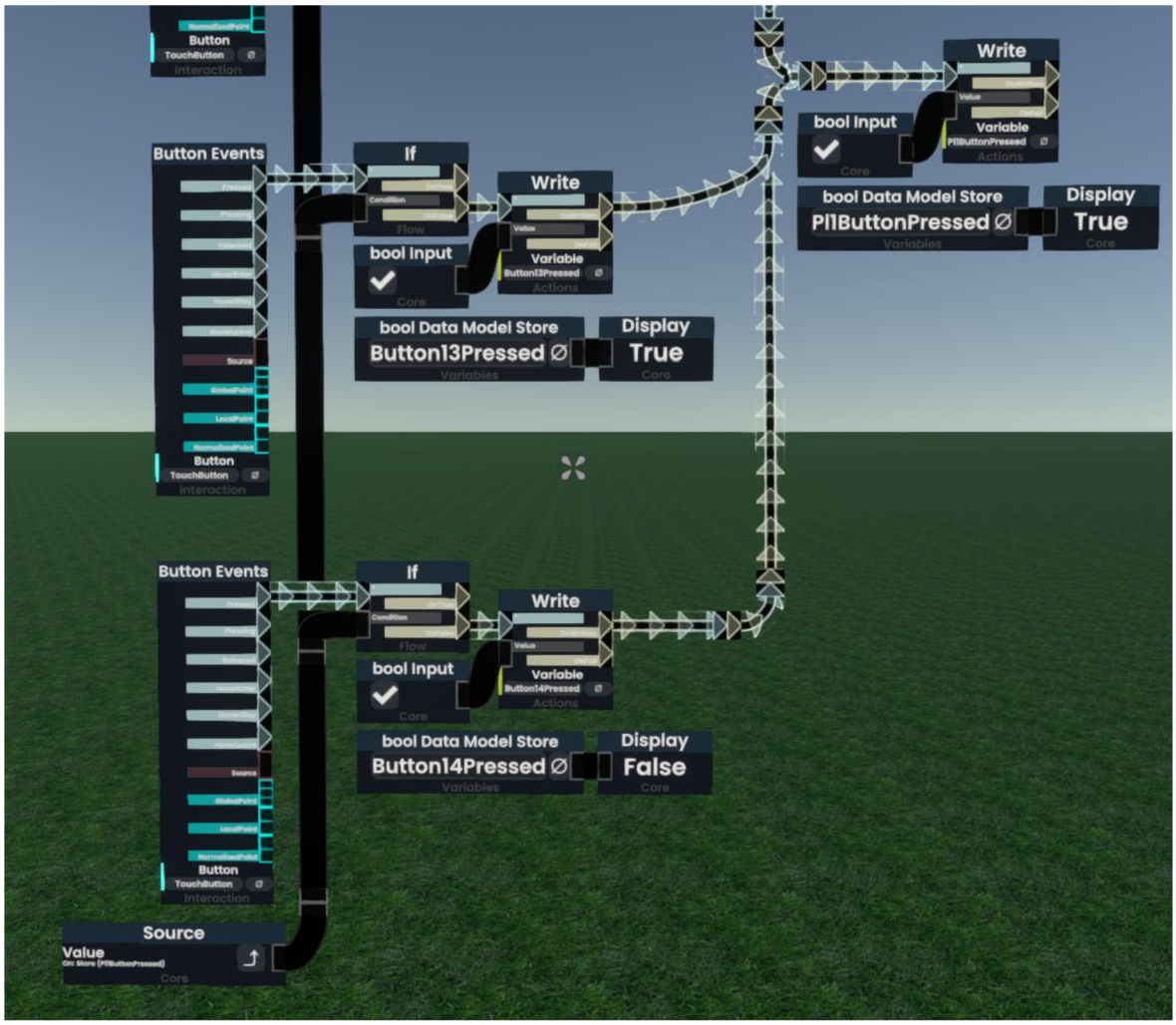
Obrázek 8: Prostředí druhé hry

Ve veřejných složkách ostatních hráčů jsem našel modely zbraní, které jsem použil pro reprezentaci jednotlivých tříd gladiátorů. Tyto modely jsem umístil nad stůl před hráče a později je zprovoznil, aby se objevily jen ty k příslušnému zvolenému tlačítku. Pomocí těchto modelů jsem také vytvořil ikony tlačítek. Pro výrobu ikon jsem potřeboval z modelu udělat pouze 2D obrázek, k tomu jsem použil kameru zabudovanou do programu Resonite. Kameru jsem nastavil na snímání pouze objektu, na který míří, a poté co jsem měl vyfoceny všechny zbraně jsem je spolu se sekerami a štíty, reprezentujícími útok a obranu, vložil do jednotlivých ikon tlačítek (obrázek 9).



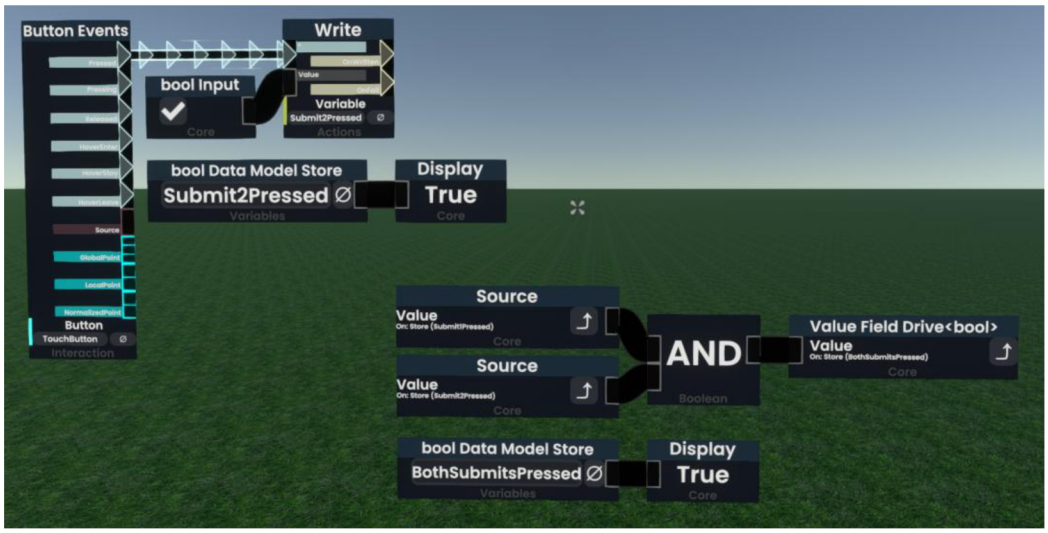
Obrázek 9: Pohled na tlačítka hráče 1

Když jsem měl připravené prostředí mohl jsem se opět pustit do programování hry. Začal jsem, obdobně jako u první hry zprovozněním tlačítek. V této hře jsem chtěl pro změnu možnosti výběru využít tlačítko reset. Proto jsem zde mezi nod „ButtonEvents“ a „Write“ vložil nod „If“ pro impulzy a do něj jako podmínku navedl proměnnou, která má hodnotu pravda, pokud je nějaké tlačítko daného hráče zmáčknuté. Z této podmínky jsem vyvedl výstup „OnFalse“ na vstup nodu „Write“, takže se hodnota pravda do proměnné příslušného tlačítka zapíše pouze v případě, že žádné jiné tlačítko daného hráče není zmáčknuto. Z nodů „Write“ jsem výstup „OnWritten“ napojil na další nod „Write“, který se stará o změnu hodnoty proměnné zmáčknutého jakéhokoliv tlačítka daného hráče na pravda (obrázek 10).



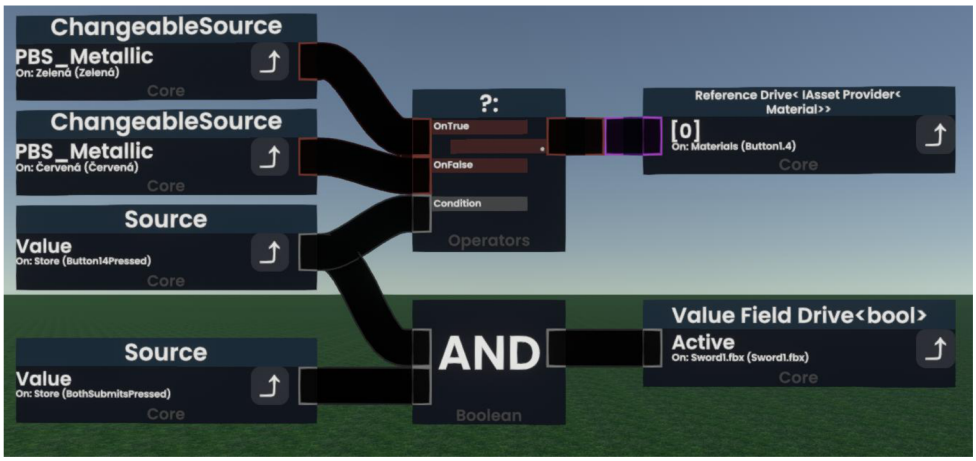
Obrázek 10: Zprovoznění tlačítek

Dále jsem si zprovoznil tlačítka potvrzení, které jsem dělal obdobně jako tlačítka strategií. Protože jsem potřeboval na více místech kontrolovat, jestli jsou obě tlačítka strategií zmáčknuta, vytvořil jsem si proměnnou, která má hodnotu pravdy pouze, když obě potvrzovací tlačítka jsou zmáčknuta (obrázek 11).



Obrázek 11: Zprovoznění potvrzovacího tlačítka a pomocná proměnná

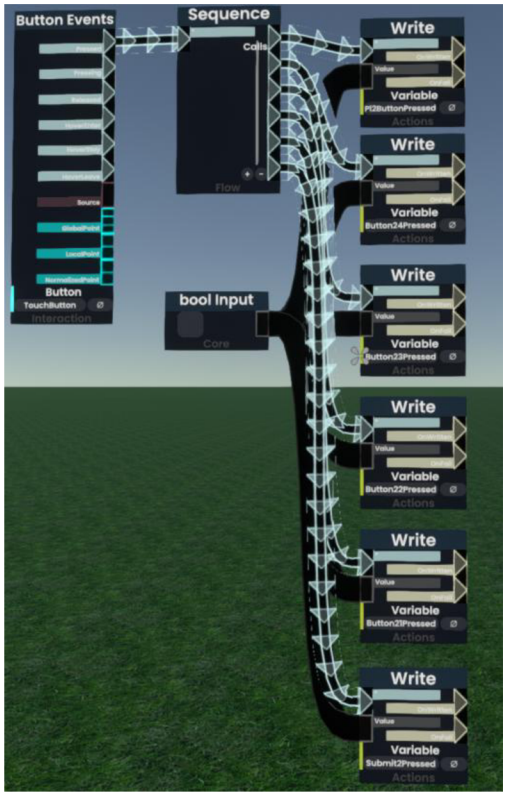
Obdobně jako u první hry jsem chtěl hráči ukázat, jaké tlačítko má zmáčknuté, proto jsem si opět vytvořil materiály pro zelenou a červenou a přes nod „If“ jsem ovládal materiál tlačítek. Opět jsem jako podmínku použil proměnnou zmáčknutí daného tlačítka. Tuto proměnnou společně s proměnnou zmáčknutí obou potvrzovacích tlačítek jsem použil k ovládání možnosti „Active“ u příslušné zbraně daného tlačítka. Díky tomu se při vyhodnocení objeví zvolená možnost hráčů v podobě příslušné zbraně. Tento postup jsem zopakoval pro všechna tlačítka (obrázek 12).



Obrázek 12: Změna materiálu tlačítka a zobrazení zbraně

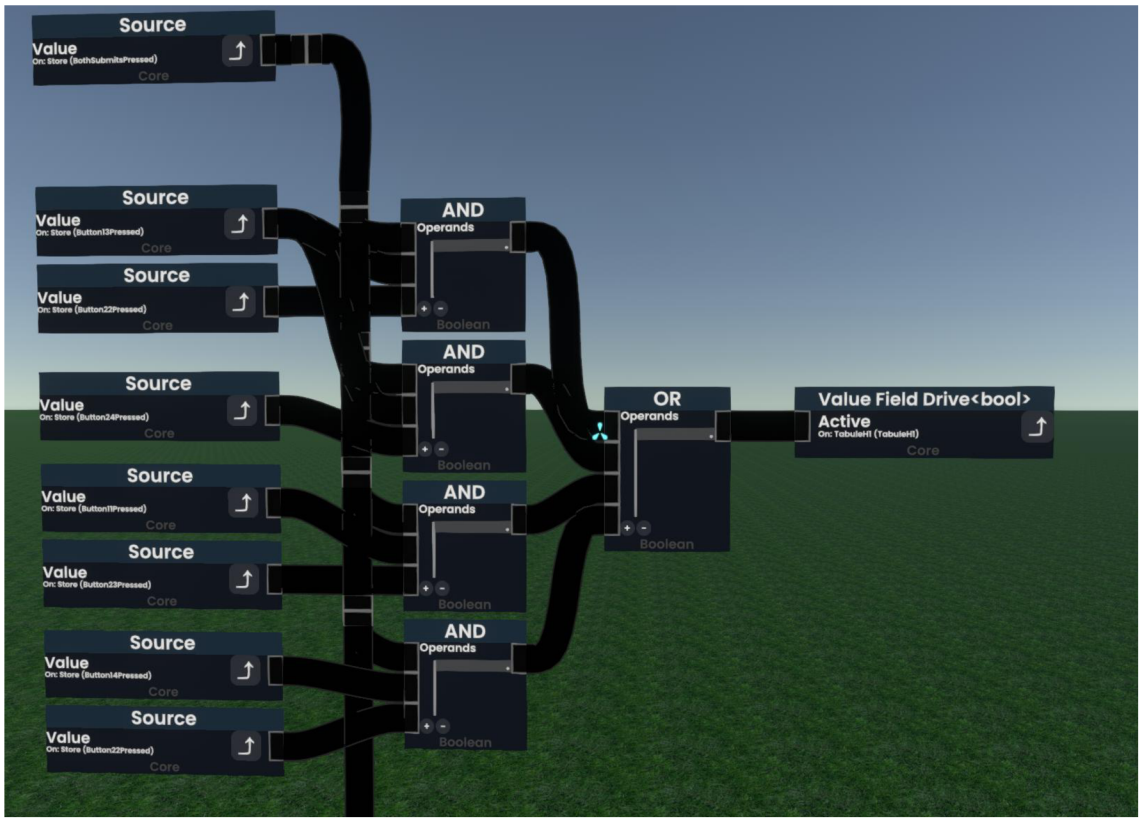
Nakonec mi z tlačítek zbývalo zprovoznit tlačítka resetu, která fungovala obdobně jako v první hře. Z nodu „ButtonEvents“ byl výstup „Pressed“ navedený na vstup nodu

„Sequence“, kde se impulz rozdělil na šest výstupů a tyto výstupy byly navedeny na nody „Write“. Tyto nody zapisovaly do všech proměnných příslušného hráče hodnotu nepravda, a tím zajistily celkové vynulování tlačítek toho hráče (obrázek 13).



Obrázek 13: Zprovoznění tlačítka reset

Po zprovoznění všech tlačítek mi opět zbývalo pouze naprogramovat vyhodnocení. Vyhodnocování této hry probíhalo podobně jako u hry první s tím rozdílem, že výsledkem pro tuto hru je buď vítězství pro jednoho hráče nebo remíza. Proto jsem vytvořil na výsledkovou stěnu tři tabule s texty oznamujícími vítězství jednoho z hráčů nebo remízu. Z těchto tabulí jsem opět využil možnost „Active“ a sledoval, zda je daná kombinace tlačítek a tlačítka potvrzení zmáčknutá pro danou tabuli. To jsem opět udělal pomocí nodů „And“, do kterých jsem navedl proměnnou zmáčknutých potvrzení a jednotlivé kombinace tlačítek. Protože pro vítězství jednoho z hráčů nebo pro remízu existuje více kombinací, je mezi možnosti „Active“ a výstupy z nodu „And“ dán nod „Or“. Tento nod je zde pouze, aby se nemusela možnost „Active“ opakovat. Na obrázku 14 je zobrazeno vyhodnocení pro situace, kdy vyhraje první hráč. Obdobně jsou realizována i vyhodnocení pro výhru druhého hráče a remízy (obrázek 14).



Obrázek 14: Vyhodnocení výhry prvního hráče

6.3. Teoretická optimální strategie

Pro analýzu optimální strategie je nutné si opět stanovit, o jaký typ hry se jedná. V. tomto případě se jedná o hru pro 2 hráče s nulovým součtem.

Při návrhu hry, kterou jsem popsal výše, jsem stanovil útok a obranu každé třídy gladiátora. Tyto statistiky jsou zaneseny v tabulce 6.

Tabulka 6: Statistiky jednotlivých tříd

Třída	Útok	Obrana
Těžkooděnec	2	9
Lukostřelec	5	3
Vrah	9	1
Rytíř	5	4

Pro určení vítěze jsem vytvořil tabulku 7, která zobrazuje poškození udělené druhému hráči. Poškození jsem počítal jako útok jednoho hráče mínus obrana hráče druhého a výpočet jsem provedl pro oba hráče.

Tabulka 7: Udělené poškození

A; B	Těžkooděnec	Lukostřelec	Vrah	Rytíř
Těžkooděnec	-7; -7	-1; -4	1; 0	-2; -4
Lukostřelec	-4; -1	2; 2	4; 6	1; 2
Vrah	0; 1	6; 4	8; 8	5; 4
Rytíř	-4; -2	2; 1	4; 5	1; 1

Ve hře se nemůže stát, že by bylo poškození záporné, proto místa se záporným poškozením budou ve hře brána jako nulové poškození. Z této tabulky si následně mohu vytvořit payoff matici (tabulka 8). Jelikož jde o hru s nulovým součtem, je matice zjednodušená pouze na výplaty hráče A.

Tabulka 8: Payoff matice hry 2

A; B	Těžkooděnec	Lukostřelec	Vrah	Rytíř
Těžkooděnec	0	0	1	0
Lukostřelec	0	0	-1	-1
Vrah	-1	1	0	1
Rytíř	0	1	-1	0

Po určení payoff matice jsem se mohl pustit do hledání optimální strategie. Pro hledání jsem použil metody „minimax“ a „maximin“. Nejprve jsem si v každém řádku našel nejmenší hodnotu a tu zapsal vedle tabulky. Z těchto hodnot jsem poté našel tu nejvyšší, kterou jsem zvýraznil zeleně. Dále jsem našel maximální hodnoty ve sloupcích a ty jsem zapsal pod dané sloupce. Z těchto hodnot jsem vybral minimální hodnotu a také jsem jí zeleně zvýraznil (tabulka 9). Po nalezení těchto hodnot jsem nalezl Nashovu rovnováhu, a to v místě, kde se dvě nalezené hodnoty protínají. Toto místo jsem v tabulce 9 zvýraznil modrou barvou. Tento výsledek nám říká, že hráč nemůže dosáhnout lepšího výsledku zvolením jiné strategie než strategií těžkooděnce.

Tabulka 9: Optimální strategie hry 2

A; B	Těžkooděnec	Lukostřelec	Vrah	Rytíř	
Těžkooděnec	0	0	1	0	0
Lukostřelec	0	0	-1	-1	-1
Vrah	-1	1	0	1	-1
Rytíř	0	1	-1	0	-1
	0	1	1	1	

6.4. Testování s hráči

Ke druhé hře jsem přizval stejné tři hráče jako k první hře. Každého jsem seznámil s pravidly a s jednotlivými postavami, poté jsem i u této hry s každým hráčem hrál 20 kol. Jelikož jsem opět znal optimální strategii, tak jsem volil své možnosti náhodně.

Tabulka 10: Volby hráčů ve hře 2

	Hráč 1	Hráč 2	Hráč 3
Těžkooděnec	15	4	8
Lukostřelec	0	2	1
Vrah	4	11	9
Rytíř	1	3	2

U této hry si první hráč hned na začátku hry spočítal, kolik poškození udělí a kolik dostane podle vybraných postav a řekl mi, že lukostřelec se nikdy nevyplatí hrát, protože nejlépe může hra skončit remízou. Poté hráč jednou zahrál rytíře a dalších sedm kol hrál kombinaci těžkooděnce a vraha. Před devátým kolem mi hráč sdělil, že nejlepší strategie je strategie těžkooděnce, protože ten nemůže prohrát, ale maximálně remizovat. Po zbytek kol už první hráč hrál pouze strategii těžkooděnce.

Druhý hráč hrál v prvních kolech všechny možnosti skoro stejně často. Kolem jedenáctého kola rovněž došel k názoru, že hrát lukostřelce se nikdy nevyplatí a po zbytek hry hrál pouze vraha. Když jsem se ho po skončení zeptal, proč volil právě vraha, řekl mi, že

to bylo proto, že vrah může vyhrát ve dvou případech, v jednom remízovat a v jednom prohrát.

Poslední hráč do sedmého kola volil strategie rovnoměrně s výjimkou lučištníka, kterého volil pouze jednou. Po sedmém kole mi řekl, že nejlepší možnosti jsou volit těžkooděnce nebo vraha, a že je pravděpodobně lepší strategie vraha kvůli větší šanci na výhru. Do konce hry tedy třetí hráč hrál kombinaci těžkooděnce a vraha.

V průběhu her jsem si zapisoval počet výher, proher a remíz. Pro výhru jsem použil, jako v payoff matici, číslo jedna, pro prohru mínus jedna a pro remízu nula. Z těchto výsledků jsem poté vypočítal průměrné hodnoty a zanesl je do tabulky 11. Čím více se průměrná hodnota blíží hodnotě jedna, tím úspěšnější ve hře hráč byl. V tabulce 11 můžeme vidět, že hráč 1 byl nejúspěšnější z hráčů, zatímco hráč dva byl nejméně úspěšný.

Tabulka 11: Průměrné výsledky kol

	Hráč 1	Hráč 2	Hráč 3
Průměrné výsledky kol	0,35	0,05	0,2

6.5. Porovnání

Z výsledků hry lze vyvodit, že čím více hráči volili strategii těžkooděnce, tím úspěšnější ve hře byli. Tento závěr zároveň odpovídá teoreticky zjištěné optimální strategii. U této hry mě překvapilo, že na optimální strategii přišel pouze jeden z hráčů, zatímco další dva volili možnost vraha.

7. Hra 3 – Porouchané formule

7.1. Návrh hry

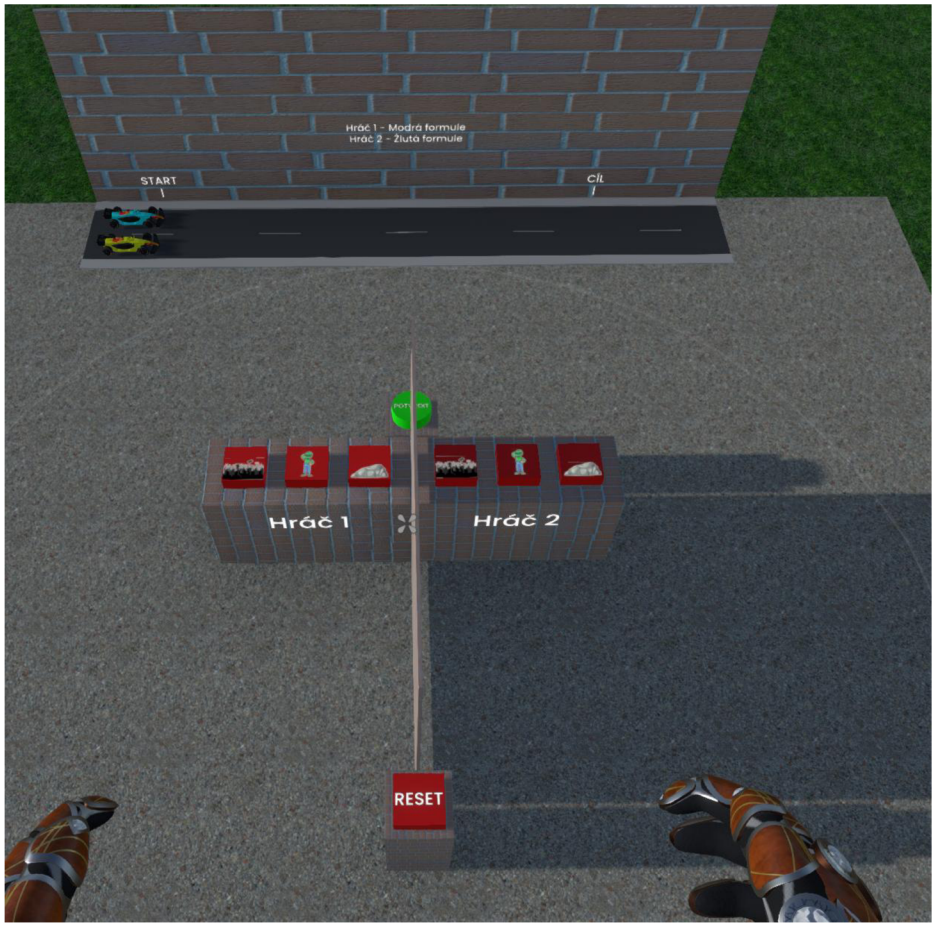
Jako poslední hru jsem navrhl hru na více kol. Mým nápadem bylo dosažení určité hranice bodů ve hře. Chtěl jsem, aby hráči měli možnost riskantnější strategie, která by hráče posunula o hodně bodů, ale zároveň by pomohla i soupeři, dále možnost konzervativnější strategie, která hráči dá méně bodů, ale nepomůže oponentovi nebo možnost obranné strategie, která hráči body nepřidá, ale zároveň zamezí zisku bodů pro druhého hráče.

Jako téma hry jsem zvolil porouchané formule. Dvě formule se porouchaly 50 metrů od cíle, nyní se závodníci musejí pokusit svou formuli do cíle dotlačit. Pro dosažení cíle má každý závodník tři možnosti, může využít pomoc od diváků, a tím svou formuli posunout o 15 metrů. Nicméně pokud závodník zavolá své fanoušky na pomoc, přijdou s nimi také někteří pomoci oponentovi, který se díky tomu posune o 5 metrů. Další z možností, kterou závodník má, je formuli tlačit sám, tato akce ho posune o 5 metrů blíže k cíli, ale nepomůže nijak oponentovi. Jako třetí a zároveň poslední možnost může závodník vzít kámen a oponentovi jím zablokovat kolo, což oponentovi znemožní v daném kole jakýkoliv pohyb, nicméně závodník svou formuli v daném kole neposune. Závodník, který dorazí do cíle jako první vyhrál. Pokud oba závodníci dostanou svou formuli přes cílovou čáru ve stejném kole, tak je výsledkem závodu remíza.

7.2. Realizace

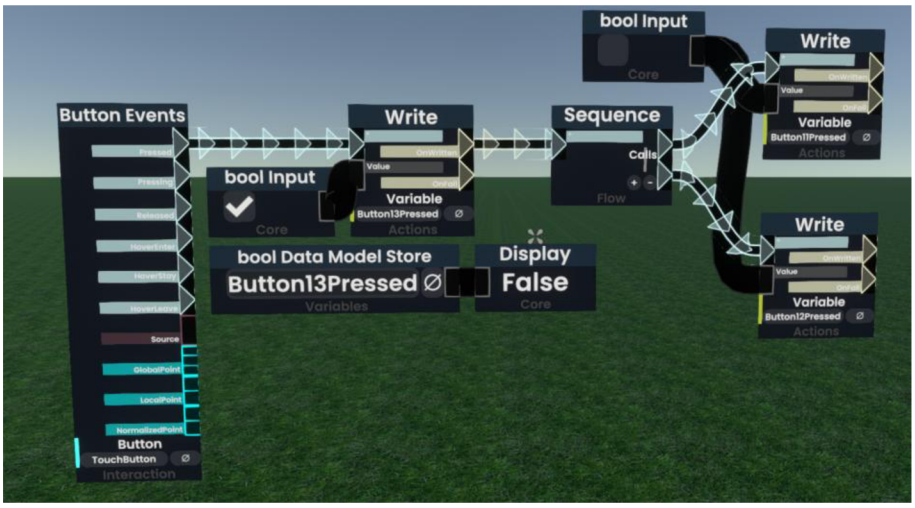
U třetí hry jsem ze začátku postupoval stejně jako u prvních dvou her. Vytvořil jsem si nový svět, nastavil jsem na zem materiál trávy a vytvořil jsem platformu pro hru. Jelikož je tato hra na více kol, tak jsem potřeboval ukazatel, jak daleko jsou hráči od cíle. Z důvodu zvolení tématu formulí pro hru jsem do programu Resonite naimportoval model formule, který jsem našel volně dostupný na internetu. Model jsem duplikoval a každému duplikátu jsem dal jinou barvu, aby bylo poznat která formule patří ke kterému hráči. Ve veřejně dostupných složkách uvnitř programu Resonite jsem našel model silnice, který jsem umístil pod formule. Za silnici jsem vytvořil zeď, na kterou jsem napsal, která formule patří, kterému hráči a udělal jsem značky pro start a cíl. Tato zeď také sloužila pro

zobrazení výsledku, pokud nějaká z formulí projela cílem. Aby oba hráči viděli na formule, tak jsem stolky s tlačítky postavil vedle sebe, a aby hráči navzájem neviděli svou volbu, tak jsem mezi jejich stolky postavil dělící zeď. Na tlačítka strategií jsem, jako v první hře, dal obrázky, které jsem do programu Resonite naimportoval z počítače. Před dělící zeď jsem postavil stolek s potvrzovacím tlačítkem a za ní stolek s restartovacím tlačítkem restartovacím (obrázek 15).



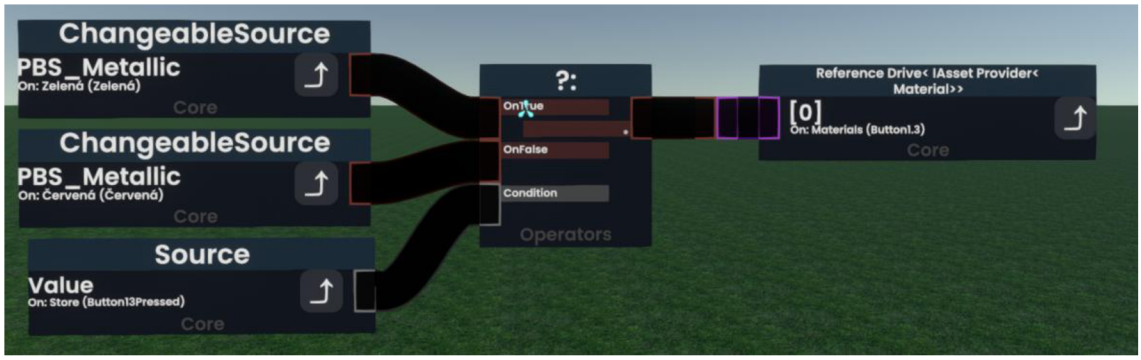
Obrázek 15: Prostředí třetí hry

Po dokončení prostředí jsem se mohl pustit do programování hry. Jako u předešlých dvou her jsem nejdříve musel zprovoznit tlačítka strategií. U této hry jsem zvolil stejný postup jako u první hry, kdy se po zmáčknutí jednoho tlačítka ostatní vynulují. Postupoval jsem tedy opět z „ButtonEvents“ do nodu „Write“, který zapsal do příslušné proměnné hodnotu pravda, následně jsem postupoval do nodu „Sequence“ a z něj do dalších dvou nodů „Write“, které nastavily hodnotu ostatních tlačítek strategií daného hráče na nepravda. Stejný postup jsem zopakoval pro všechna tlačítka strategií (obrázek 16).



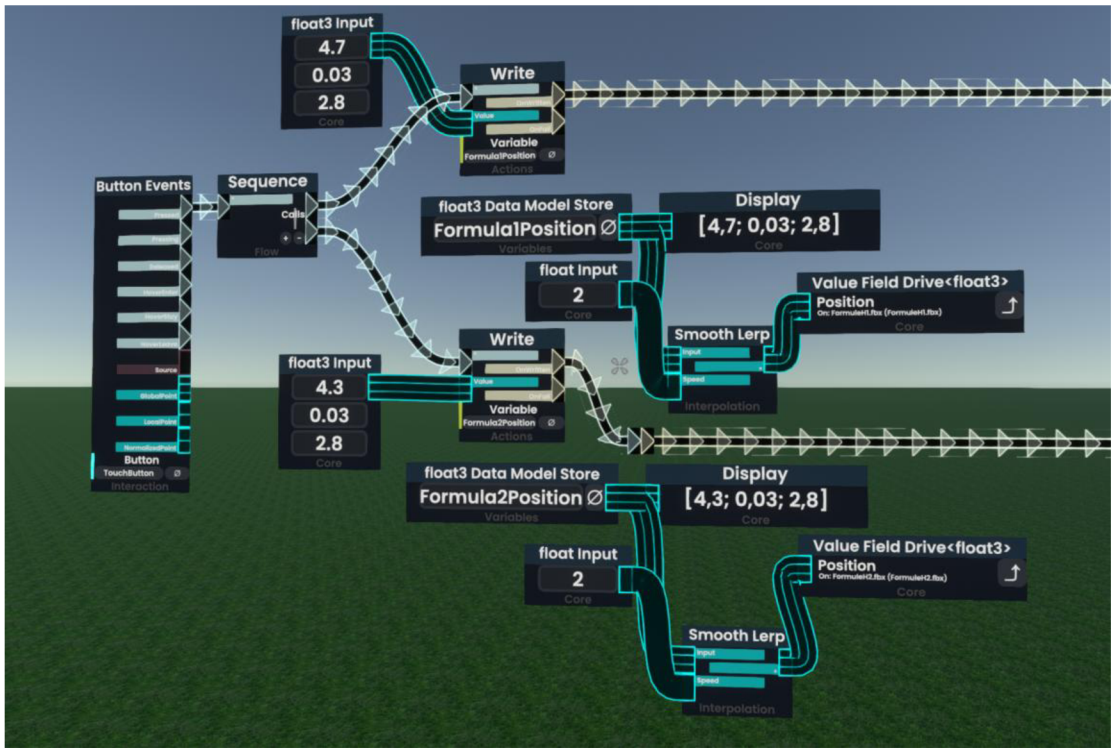
Obrázek 16: Zprovoznění tlačítka

U změny materiálu byl, rovněž jako u zprovoznění tlačítek, postup podobný se dvěma předchozími hrami. Opět bylo nutné vytvořit materiály pro zelenou a červenou, které se poté využily v nodu „If“ spolu s proměnnou zmáčknutí tlačítka, jako podmínkou, pro ovládání materiálu příslušného tlačítka (obrázek 17).



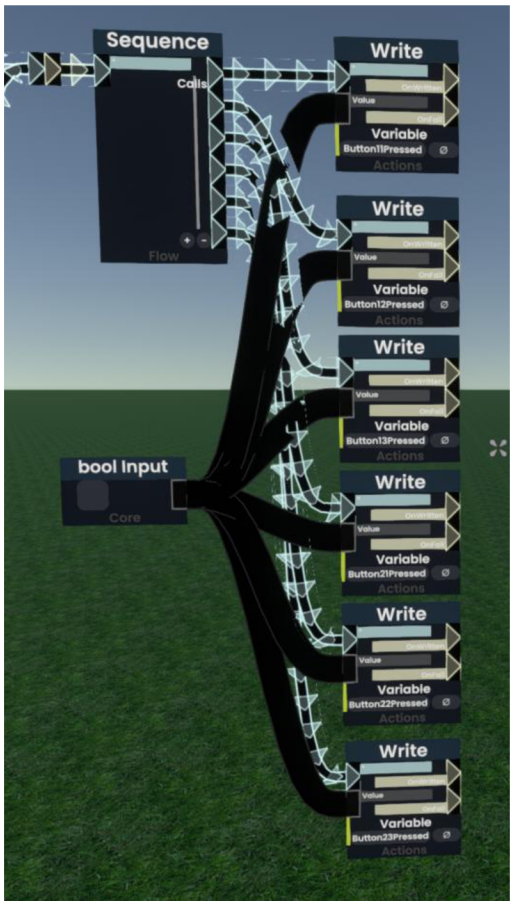
Obrázek 17: Změna materiálu tlačítek

Dále bylo zapotřebí zprovoznit tlačítko reset. Na začátek jsem na nod „ButtonEvents“ napojil nod „Sequence“ a rozdělil impulz z tlačítka na 2 impulzy. Tyto impulzy jsem použil pro nody „Write“, ke kterým jsem vytvořil proměnné pro pozice jednotlivých formulí. Na vstup těchto nodů jsem připojil vstup se třemi čísly, jedno pro každou ze tří os, a do vstupů jsem nastavil hodnoty odpovídající startovací pozici. Také jsem zde napojil proměnné pozic formulí přes node „Smooth Lerp“, který umožní změnit pohyb formule ze skoku mezi pozicemi na plynulý pohyb, na možnost pozice jednotlivých formulí, což mi umožnilo ovládat formule pomocí jejich příslušných proměnných (obrázek 18).



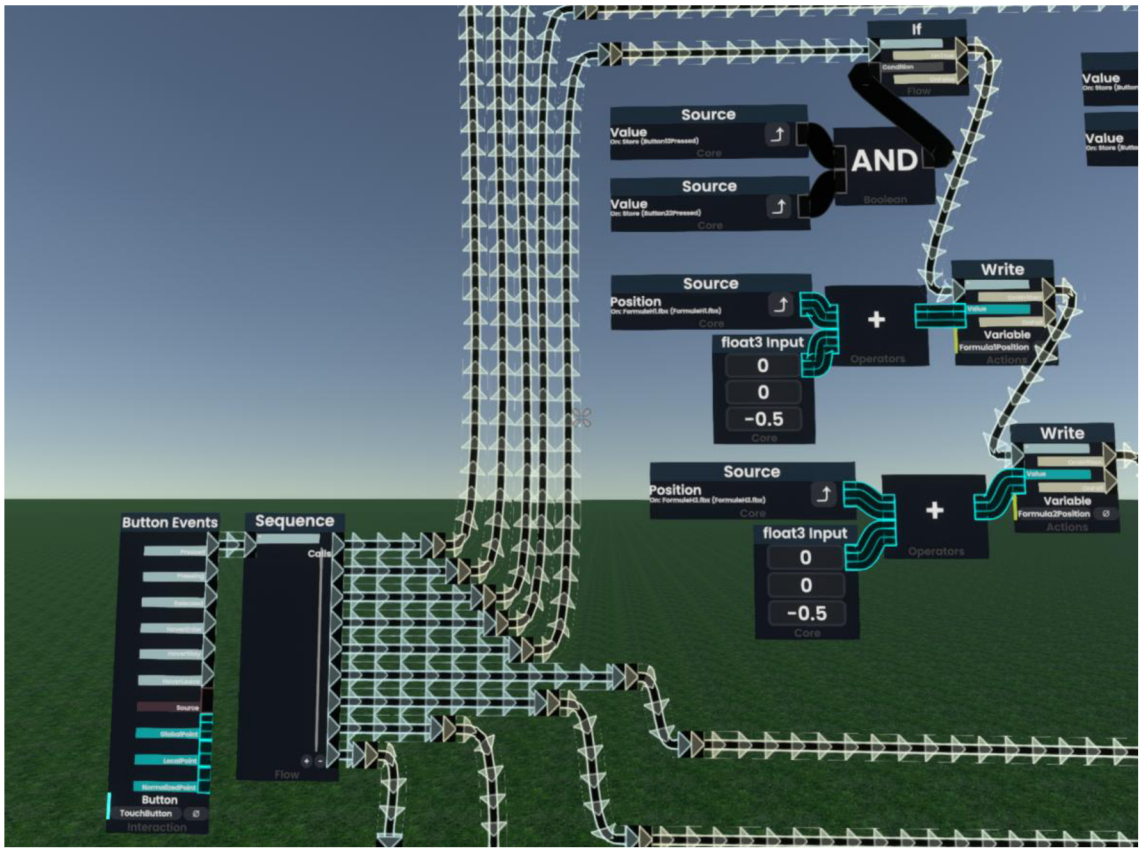
Obrázek 18: Zprovoznění resetů a ovládání pozic formulí

Z výstupu „OnWritten“ nodů „Write“ jsem impulz navedl do vstupu nodu „Sequence“ a z něj rozdělený impulz navedl na další nody „Write“, které se starají o vynulování všech tlačítek. Jelikož je v této hře pouze jedno tlačítko reset, tak se zde na rozdíl od předchozích her nulují tlačítka obou hráčů (obrázek 19).

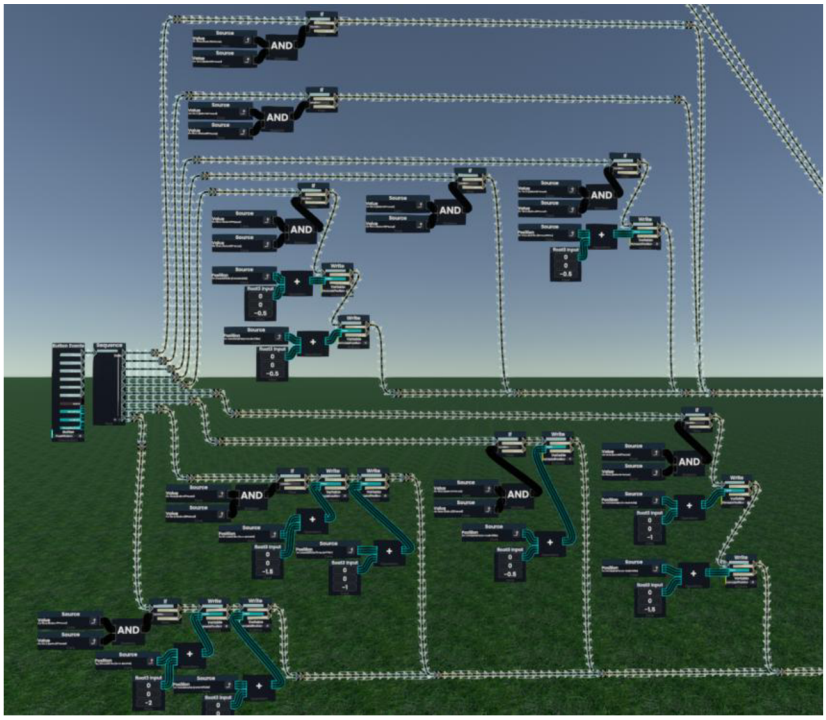


Obrázek 19: Nulování tlačítek

Poslední tlačítko, které mi zbývalo zprovoznit, je tlačítko potvrzení. V této hře jsem toto tlačítko použil pro vyhodnocení pohybu formulí. Po zmáčknutí potvrzovacího tlačítka vyšle nod „ButtonEvents“ impulz do nodu „Sequence“, který tento impulz rozdělí na devět impulzů pro každou kombinaci zmáčknutí dvou tlačítek. Impulzy z nodu „Sequence“ jdou do nodu „If“ pro impulzy. Tento nod propustí impulz pouze do místa, kde je v podmínce hodnota obou proměnných tlačítek z dané kombinace pravda. Podle nutnosti změny pozice jde impulz buď rovnou do nulování tlačítek (obrázek 19), nebo do nodů „Write“ pro změnu proměnných pozic formulí. Pokud je změna pozice nutná u obou formulí přejde impulz z nodu „If“ do nodu „Write“, a poté do druhého nodu „Write“ a následně impulz putuje opět do vynulování. Pokud je změna pozice nutná pouze pro jednu formuli, je odpovídající nod „Write“ vynechán. Zápis nové pozice je proveden nejprve získáním staré pozice, ke které se přičte posun a následně se zapíše do proměnné pozice formule. Protože se mé formule pohybovaly proti směru osy, tak byl přičítán záporný posun (obrázek 20).

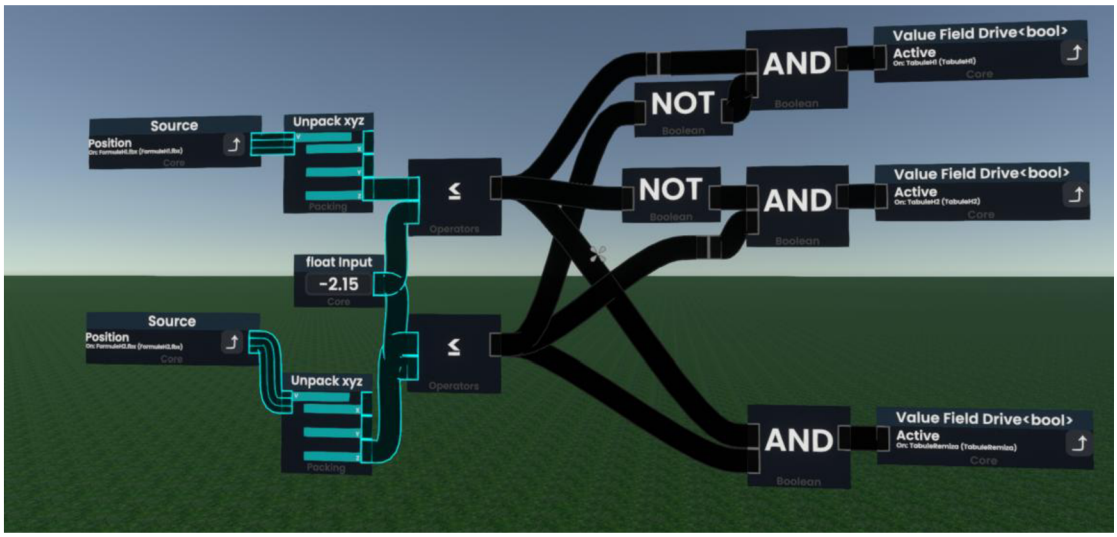


Obrázek 20: Detailní pohled na zápis jedné z možností



Obrázek 21: Celkový pohled na změnu pozic formulí

Poslední, co bylo nutné udělat, bylo vyhodnocení vítěze. Vytvořil jsem tři tabule, jednu pro remízu a dvě pro vítězství každého z hráčů. Při vyhodnocení této hry jsem sledoval, zda pozice formule na ose, na které se formule pohybovaly, překročila danou mez. Jelikož se formule pohybovaly proti směru osy a také do záporných hodnot, tak jsem zde sledoval, kdy bude jejich pozice nižší než hodnota -2,15. Tato hodnota je hranicí, za kterou již formule urazila dostatečnou vzdálenost pro projetí cílem. Při projetí formulí cílem jsem sledoval, zda cílem projely obě nebo pouze jedna. Toho jsem docílil pomocí nodů „And“ a negací, které byly nutné, aby při remíze nedošlo ke zobrazení tabule s výhrou hráčů. Výstupy z nodů „And“ jsem použil k ovládání možností „Active“ příslušných tabulí (obrázek 22).



Obrázek 22: Vyhodnocení vítěze hry

7.3. Teoretická optimální strategie

Podobně, jako u ostatních her, je potřeba si nejprve určit, o jaký typ hry se jedná. Hra je opět pro dva hráče a je také, jako předešlé dvě, nekooperativní. Hráči volí své strategie zároveň, proto se jedná o hru současnou. Hráči mají úplné informace a snaží se najít nejlepší strategie, takže jsou racionální. Hra končí výhrou pro jednoho z hráčů nebo remízou, proto se jedná o hru s nulovým součtem. Poslední hra se od předešlých dvou liší hlavně tím, že je na více kol. Hráči hrají, dokud se alespoň jeden z nich nedostane do cíle, protože existují situace, kdy se ani jeden z hráčů neposune, tak se jedná o hru nekonečnou. Jelikož

je hra na více kol, tak nelze sestavit jednotnou payoff matici, a tudíž se nedá ani stanovit celková optimální strategie.

7.4. Testování s hráči

K poslední hře jsem, jako u předchozích dvou her, pozval stejné tři hráče. Hráče jsem následně seznámil s pravidly hry. V této hře jsem optimální strategii neznal, tudíž když jsem tuto hru hrál s hráči, tak jsem se i já snažil nalézt nejlepší strategie. S každým hráčem jsem hru hrál pouze osmkrát, protože je na více kol.

Po dohrání této hry jsme se s hráčem jedna shodli na tom, že nejlepší strategií pro začátek je pomoc od fanoušků. Dále mi hráč sdělil že volba jeho strategie závisela na pozici jeho formule. Pokud byl hráč druhý, tak používal převážně strategii zablokování oponenta a doufal, že zvolím strategii pomoci od fanoušků, abych ho posunul dopředu. Pokud byl hráč ve vedení, přikláněl se převážně ke strategii fanoušků.

Druhý hráč preferoval strategii blokování oponenta a předpokládal, že zahraji strategii pomoc od fanoušků. Když viděl, že jsem se na opakované používání blokace adaptoval a začal jsem používat strategii tlačení sám, tak hráč více riskoval a používal strategii pomoci od fanoušků. Tato strategie mu v některých případech na začátku přinesla velký náskok, který jsem nebyl po zbytek hry schopen dohnat.

Třetí hráč mi po skončení hry řekl, že na začátku je velké množství kombinací, a že do poloviny dané hry volil strategie náhodně. Když se formule přiblížily k cíli, změnil hráč volbu strategie na základě situace, ve které se nacházel. Strategie volil obdobně jako první hráč, blokaci používal k zamezení vítězství oponenta a strategii pomoci od fanoušků používal, když byl napřed.

7.5. Porovnání

U této hry se mi nepodařilo nalézt optimální strategie ani v průběhu hry, a to zejména kvůli velkému počtu možností, proto nemohu porovnat strategie hráčů s optimálními strategiemi. Nicméně strategie, které byly hráči schopni nalézt, byly často smysluplné a strategie volené hráči často korespondovaly s mými.

8. Závěr

Cílem mé práce bylo prozkoumat teorii her, navrhnout koncept tří her, které jsem následně vytvořil v programu Resonite, zjistit optimální strategie mnou navržených her a porovnat je se strategiemi ostatních hráčů.

Nejprve jsem se potřeboval seznámit s problematikou teorie her a pochopit její základní principy, abych následně mohl začít s vytvářením samotných her. Prvotní práce v programu Resonite a pochopení jeho fungování bylo zpočátku náročné, jelikož je k programu pouze omezené množství informací a rozsah funkcí tohoto programu je poměrně málo zdokumentovaný. Zprvu mi program přišel, zejména z těchto důvodů, jak málo použitelný, tak i málo atraktivní pro jeho uživatele. Nicméně po nastudování knih o programu Resonite a po komunikaci s dalšími uživateli programu se můj pohled na program změnil. V průběhu mé práce a po jejím dokončení jsem porozuměl síle a využitelnosti programu. Nejzajímavější částí bylo vybírání témat her a jejich navrhování, jelikož jsem mohl vytvořit hry, které mi přišly smysluplné. Implementace her v programu Resonite byla zajímavá hlavně v tom, že jsem mohl sledovat, jak se můj návrh postupně mění v reálnou hru, zároveň se i mé dovednosti při používání programu zlepšovali a postupně jsem zjišťoval, jaké všechny funkce program nabízí.

V závěru jsem u her hledal jejich optimální strategie, a poté jsem všechny hry postupně testoval pokaždé se třemi hráči, jeden hráč vždy testoval každou hru. Nejvíce překvapivé bylo pozorovat volbu strategií u hráčů a sledovat, jak se u některých her přibližovali, nebo dokonce dospěli, k optimálním strategiím.

9. Seznam použitých zdrojů

Maschler, M., Zamir, S., & Solan, E. (2020). Game theory. Cambridge University Press.

Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (2007). Theory of games and economic behavior: 60th anniversary commemorative edition. In Theory of games and economic behavior. Princeton university press.

Maňas, M. (1991). Teorie her a její aplikace. SNTL.

Hotz, H. (2006). A short introduction to game theory. Retrieved on, 21, 2017.

Barnard, D. (2026, February 2). History of VR - timeline of events and tech development. VirtualSpeech. https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr

Klán, P., & Mariančík, T. (2019). Jak stavět virtuální světy v metaverzu Neos. Solirax Ltd London.

Klán, P., & Mariančík, T. (2026). Virtuální život: Dny a noci ve virtuálních světech. Solirax Ltd London.

10. Seznam obrázků

Obrázek 1: Popis rozhodovací situace pomocí stromu hry (převzato z Maňas, 1991) 6
Obrázek 2: Prostředí hry 1 12
Obrázek 3: Zprovoznění prvního tlačítka druhého hráče 13
Obrázek 4: vizuální indikace zvoleného tlačítka 14
Obrázek 5: Tlačítko potvrzení výběru 15
Obrázek 6: Tlačítko reset 16
Obrázek 7: Vyhodnocení hry 17
Obrázek 8: Prostředí druhé hry 22
Obrázek 9: Pohled na tlačítka hráče 1 23
Obrázek 10: Zprovoznění tlačítek 24
Obrázek 11: Zprovoznění potvrzovacího tlačítka a pomocná proměnná 25
Obrázek 12: Změna materiálu tlačítka a zobrazení zbraně 25
Obrázek 13: Zprovoznění tlačítka reset 26
Obrázek 14: Vyhodnocení výhry prvního hráče.....27
Obrázek 15: Prostředí třetí hry 32
Obrázek 16: Zprovoznění tlačítka.....33
Obrázek 17: Změna materiálu tlačítek 33
Obrázek 18: Zprovoznění resetů a ovládání pozic formulí 34
Obrázek 19: Nulování tlačítek 35
Obrázek 20: Detailní pohled na zápis jedné z možností.....36
Obrázek 21: Celkový pohled na změnu pozic formulí 36
Obrázek 22: Vyhodnocení vítěze hry 37

11. Seznam tabulek

Tabulka 1: Payoff matice vězňova dilematu (Hotz, 2006) 7
Tabulka 2: payoff matice hry 1 17
Tabulka 3: Optimální strategie hry 1 18
Tabulka 4: Volby strategií hráčů ve hře 1 19
Tabulka 5: Průměrné výdělky hráčů 19
Tabulka 6: Statistiky jednotlivých tříd 27
Tabulka 7: Udělené poškození 28
Tabulka 8: Payoff matice hry 2 28
Tabulka 9: Optimální strategie hry 2 29
Tabulka 10: Volby hráčů ve hře 2 29
Tabulka 11: Průměrné výsledky kol 30