

Fakulta informatiky a informačných technológií  
Slovenská technická univerzita

## **VRLab Radiant**

Dokumentácia k riadeniu

(1. kontrolný bod)

|                              |                                                                                                |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Akademický rok:</b>       | 2020/2021                                                                                      |
| <b>Pedagogický vedúci:</b>   | Ing. Juraj Vincúr                                                                              |
| <b>Členovia tímu (č.16):</b> | Bc. Patrik Tománek<br>Bc. Ľubomír Kurčák<br>Bc. Tomáš Sabo<br>Bc. Erik Paľa<br>Bc. Viktor Beňo |

# OBSAH

---

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                     | 4  |
| 1. Roly členov tímu a podiel práce.....       | 5  |
| 1.1. Roly členov tímu .....                   | 5  |
| 1.2. Podiel práce na dokumentácií.....        | 6  |
| 2. Aplikácia manažmentu .....                 | 7  |
| 2.1. Manažment agilného riadenia .....        | 7  |
| 2.2. Manažment komunikácie.....               | 8  |
| 2.3. Manažment dokumentácie .....             | 8  |
| 2.4. Manažment verzií.....                    | 9  |
| 3. Sumarizácia šprintov .....                 | 9  |
| 3.1. Šprint 1 (12.10. – 25.10.).....          | 9  |
| 3.2. Šprint 2 (26.10 – 8.11.) .....           | 11 |
| 3.3. Šprint 3 (9.11. – 22.11.) .....          | 13 |
| 3.4. Šprint 4 (23.11. – 6.12.) .....          | 16 |
| 3.5. Šprint 5 (7.12. – 14.12.) .....          | 18 |
| 4. Globálna retrospektíva.....                | 20 |
| 4.1. Retrospektíva k šprintu 1 (26.10.) ..... | 20 |
| 4.2. Retrospektíva k šprintu 2 (9.11.) .....  | 21 |
| 4.3. Retrospektíva k šprintu 3 (23.11.) ..... | 21 |
| 4.4. Retrospektíva k šprintu 4 (7.12.) .....  | 22 |
| 4.5. Retrospektíva k šprintu 5 (14.12.) ..... | 22 |
| Záver .....                                   | 23 |
| Príloha A. Motivačný dokument                 |    |
| A.1. Tím                                      |    |
| A.2. Motivácia                                |    |
| A.3. Zoradenie tém podľa priorít              |    |
| A.4. Rozvrhy tímu                             |    |
| Príloha B. Prihláška na TP Cup                |    |
| B.1. Kontakt                                  |    |
| B.2. Tím                                      |    |
| B.3. Motivácia                                |    |
| B.4. Náplň projektu                           |    |
| B.5. Ciele projektu                           |    |
| Príloha C. Metodiky                           |    |

- C.1. Metodika dokumentácie
- C.2. Metodika agilného riadenia
- C.3. Metodika komunikácie
- C.4. Metodika verzovania

Príloha D. Zázpisnice

- D.1. Zápisnica č.1 (12.10.)
- D.2. Zápisnica č.2 (19.10.)
- D.3. Zápisnica č.3 (26.10.)
- D.4. Zápisnica č.4 (2.11.)
- D.5. Zápisnica č.5 (9.11.)
- D.6. Zápisnica č.6 (16.11.)
- D.7. Zápisnica č.7 (23.11.)
- D.8. Zápisnica č.8 (30.11.)
- D.9. Zápisnica č.9 (7.12.)
- D.10. Zápisnica č.10 (14.12.)

Príloha E. Export evidencie úloh

- E.1. Export úloh k šprintu 1
- E.2. Export úloh k šprintu 2
- E.3. Export úloh k šprintu 3
- E.4. Export úloh k šprintu 4
- E.5. Export úloh k šprintu 5

Príloha F. Webové sídlo projektu

# ÚVOD

---

Tento dokument predstavuje dokumentáciu k riadeniu projektu v rámci predmetu Tímový projekt. Cieľom nášho projektu je vytvorenie laboratória vo virtuálnej realite pre distančné vzdelávanie, určené pre výučbu a simuláciu elektrických obvodov.

Súčasťou tohto dokumentu je predstavenie členov nášho tímu spolu s opisom ich úloh a podielu práce na jednotlivých častiach dokumentácie. Ďalej opisujeme jednotlivé manažmenty, ktoré sú potrebné pre zvýšenie efektívnosti a zlepšenie organizácie nášho tímu. Následne boli rozpísané šprinty nášho projektu počas zimného semestra, pre každý šprint sme napísali naše ciele a aké výsledky sme dosiahli. Progres jednotlivých šprintov uvádzame vo forme *burndown* grafu. Poslednou sekciou dokumentu k riadeniu je globálna retrospektíva.

K dokumentu prikladáme prílohy ako motivačný dokument, prihlášku na TP Cup, metodiky nášho tímu, zápisnice zo stretnutí, automaticky generované exporty úloh zo šprintov z nástroje *Azure DevOps* a opis webového sídla projektu.

# 1. ROLY ČLENOV TÍMU A PODIEL PRÁCE

---

*Autor kapitoly: Patrik Tománek*

V tejto časti opíšeme roly jednotlivých členov tímu ako aj podiel celkovej práce na dokumentácií. Jednotlivé roly členov tímu sa môžu v budúcnosti zmeniť.

## 1.1. ROLY ČLENOV TÍMU

### **Ing. Juraj Vincúr**

- Vedúci projektu VRLab
- Product Owner

Vytvára *product backlog* pre naše šprinty a usmerňuje nás k úspešnému dokončeniu nášho projektu.

### **Bc. Patrik Tománek**

- Tímový líder
- Unity developer
- Web developer

Spolu so *Scrum Masterom* má na starosti udalosti spojené s agilným vývojom, ako napríklad plánovanie, retrospektívy, manažment tímových stretnutí a podobne. Pravidelne komunikuje s tímom na stave jednotlivých úloh spolu s riešením prípadných problémov s úlohami. Zaznamenáva každé stretnutie tímu s *Product Ownerom*, spisuje zápisnice, retrospektívy z týchto stretnutí.

Ako Unity developer má na starosti prácu na vývoji projektu a prototypov pre náš projekt. Má skúsenosti s vývojom v Unity, či už na univerzitných projektoch, ako napríklad bakalárska práca, ale najmä na mimo-univerzitných projektoch.

Ako Web developer má na starosti tvorbu a vylepšovanie našej webovej stránky tímu, ako aj pravidelné aktualizovanie obsahu tejto stránky, primárne dokumentovú časť.

### **Bc. Ľubomír Kurčák**

- Scrum Master
- Unity developer
- Graphic designer

Má za úlohu zabezpečiť dodržiavanie pravidiel agilného vývoja v našom tíme. S tým súvisí aj administrácia nástroje *Azure DevOps*. Na každom stretnutí prezentuje progres tímu na príslušnom šprinte. Zdieľa jeho obrazovku počas celej doby stretnutia, na ktorej ukazuje spomínaný progres, ako aj náš celkový stav šprintu v *Azure DevOps*.

Ako Unity developer má na starosti prácu na vývoji projektu a prototypov pre náš projekt. Má skúsenosti s vývojom v Unity.

Ako Graphic designer má na starosti tvorbu modelov pre náš projekt. Má skúsenosti s prácou v Blender grafickom prostredí.

### **Bc. Tomáš Sabo**

- Deployment
- Unity Developer
- Web Developer

Ako Unity developer má na starosti prácu na vývoji projektu a prototypov pre náš projekt. Má skúsenosti s vývojom v Unity, ako napríklad tvorba aplikácie na generovanie UML diagramov v 3D priestore v prostredí Unity, počas jeho tímového projektu, na ktorom pracoval v roku 2018/2019.

Ako Web Developer pomáha so správou a vývojom našej webovej stránky, takisto kontroluje aktuálnosť dokumentovej časti našej stránky.

Ako Deployment má na starosti správu všetkých dokumentov ako aj verzií nášho projektu. Pred odovzdaním niektorých z častí, výsledný produkt najprv skontroluje a rozhoduje, či môže byť produkt odovzdaný alebo je potrebná jeho úprava.

### **Bc. Erik Paľa**

- Analytik
- Dokumentácia
- Tester

Ako analytik má na starosti analyzovať riešenia založené na breadboard prístupe. Takisto navrhuje vlastné riešenia, podľa ktorých sa následne vytvoria prototypy. Výstupom jeho analýzy sú takisto aj dokumentácie

Ako tester má na starosti testovanie všetkých prototypov, pričom po otestovaní vytvorí dokumentáciu, ktorú následne odošle na náš Discord server, aby si ju mohli Unity developeri prečítať a oboznámiť sa s problémami ich prototypu.

### **Bc. Viktor Beňo**

- Analytik
- Dokumentácia
- Tester

Ako analytik má na starosti analyzovať riešenia založené na grid prístupe. Takisto navrhuje vlastné riešenia, podľa ktorých sa následne vytvoria prototypy. Výstupom jeho analýzy sú takisto aj dokumentácie

Ako tester má na starosti testovanie všetkých prototypov, pričom po otestovaní vytvorí dokumentáciu, ktorú následne odošle na náš Discord server, aby si ju mohli Unity developeri prečítať a oboznámiť sa s problémami ich prototypu.

## **1.2. PODIEL PRÁCE NA DOKUMENTÁCIÍ**

Pri jednotlivých kapitolách dokumentu ako aj prílohách uvádzame meno autora, ktorý danú kapitolu, respektíve prílohu vypracoval. Pred dokončením dokumentov ich Erik Paľa skontroloval za účelom nájdenia akýchkoľvek chýb.

Túto podkapitolu sme rozdelili do 2 častí, na základe 2 dokumentov, ktoré máme v kontrolných bodov odovzdať.

**Dokument k riadeniu** – Dokument sa člení do niekoľkých častí ako je úvod, roly členov tímu a podiel práce, aplikácia manažmentu, sumarizácia šprintov, globálna retrospektíva a záver. Tieto časti vypracoval Patrik Tománek. K dokumentu sú takisto priložené prílohy ako Motivačný dokument, ktorý bol vytvorený všetkými členmi tímu: Patrik Tománek, Erik Paľa, Ľubomír Kurčák, Viktor Beňo a Tomáš Sabo. Ďalej prílohy ako prihláška na TP Cup, zápisnice a webové vytvoril Patrik Tománek. Prílohu export evidencie úloh vytvorili Ľubomír Kurčák a Patrik Tománek a na metodikách pracoval Tomáš Sabo.

**Dokument k inžinierskemu dielu** – Dokument sa člení do niekoľkých častí ako je úvod, globálne ciele pre zimný semester, celkový pohľad na systém, moduly systému, prototypy, záver a bibliografia.. Na tvorbe tohto dokumentu sa podieľali všetci členovia nášho tímu, autori jednotlivých kapitol alebo podkapitol sú uvedení k príslušnej časti.

Autori jednotlivých častí inžinierskeho diela sú uvedení v Tabuľka 1

| Časť dokumentu                                        | Autori                                      |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Úvod                                                  | Ľubomír Kurčák                              |
| Globálne ciele                                        | Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek              |
| Celkový pohľad na systém                              | Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek              |
| Breadboard riešenie                                   | Erik Paľa                                   |
| Blokové (grid) riešenie                               | Viktor Beňo                                 |
| Prekladač modelu na obvod pre breadboard riešenie     | Erik Paľa                                   |
| Prekladač modelu na obvod pre blokové (grid) riešenie | Viktor Beňo                                 |
| Vyhodnotenie návrhov a riešení                        | Erik Paľa, Viktor Beňo                      |
| Synchronizačné frameworky                             | Erik Paľa, Viktor Beňo, Tomáš Sabo          |
| Prototyp modelov súčiastok                            | Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek, Viktor Beňo |
| Prototyp pre ovládanie a interakciu                   | Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek              |
| Prototyp pre podporu virtuálnej reality               | Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek, Viktor Beňo |
| Záver                                                 | Ľubomír Kurčák                              |

Tabuľka 1 - Autori jednotlivých častí inžinierskeho diela

## 2. APLIKÁCIA MANAŽMENTU

*Autor kapitoly: Patrik Tománek*

V tejto časti opisujeme funkcie manažmentov v jednotlivých častiach projektu. K jednotlivým častiam takisto prislúcha metodika, ktorou sa riadia všetci členovia tímu.

### 2.1. MANAŽMENT AGILNÉHO RIADENIA

Naše stretnutia s *Product Ownerom* prebiehajú pravidelne každý pondelok od 7:00 pomocou Google Meet. Na každom stretnutí Ľubomír Kurčák prezentoval jeho obrazovku, na ktorej ukazoval stav nášho šprintu, ako aj celý progres, ktorý sme vytvorili.

Na začiatku stretnutia, sme si prebehli stav nášho šprintu zaznamenaný v *Azure DevOps*. *Product Owner* prešiel všetky položky šprintu, pričom ku každej sme prezentovali náš progres, ktorý sme doposiaľ vytvorili. Každý výstup bol vzájomne diskutovaný a prípadne požiadavky na zmeny boli hneď zapísané pod príslušnú úlohu. Pokiaľ riešiteľ niektorej z úloh narazil na problém, prebiehala diskusia za účelom vyriešenia tohto problému, aby sa mohlo naďalej pokračovať v práci na danej úlohe. Stretnutia v strede šprintu slúžili hlavne na doriešenie prípadných problémov a otázok. Stretnutia na začiatku

šprintu *Product Owner* skontroloval výstup celého šprintu a potom sa prešlo na retrospektívu tohto šprintu a pokračovalo sa naplánovaním nového šprintu.

Retrospektíva prebiehala takou formou, že *Product Owner* sa opýtal, čo bolo dobré na šprinte a čo by sme mohli zmeniť. Všetci členovia tímu mali najprv čas na rozmyslenie a vyslovenie svojich odpovedí, pričom vždy hovoril iba jeden člen tímu, až dokým nedokončí všetko, čo chcel povedať a dá slovo ďalšiemu. Následne sa spoločne diskutovalo o všetkých odpovediach za účelom nájdenia riešenia pre vzniknuté problémy.

Na plánovanie šprintu využívame nástroj *Azure DevOps*, ktorý spravuje náš *Scrum Master* Ľubomír Kurčák. Na začiatku plánovania šprintu *Product Owner* definuje všetky *User Stories*, ktoré máme v danom šprinte vypracovať. Každá *User Story*, ešte predtým ako je nasadená do šprintu je ohodnotená formou *User Points* pomocou techniky *planning poker*. Po tom, ako sme dostali všetky *User Stories* sa prejde na tvorbu všetkých úloh pre každú *User Story*. Tieto úlohy sú následne rozdelené medzi jednotlivých členov tímu.

Detaily manažmentu agilného riadenia sú v **Metodika agilného riadenia**.

## 2.2.MANAŽMENT KOMUNIKÁCIE

Komunikácia sa skladá z 2 hlavných častí:

- Týždenná komunikácia
  - stretnutie s *Product Ownerom*
  - tímové stretnutie
- Pravidelná komunikácia
  - s *Product Ownerom*
  - s tímom

Týždenná komunikácia prebiehala vo forme hovoru a pravidelná komunikácia prebiehala v textovej forme. Pre týždennú komunikáciu s *Product Ownerom* používame Google Meet, a pre komunikáciu s tímom používame vlastný Discord server. Tento Discord server takisto slúži pre pravidelnú komunikáciu s tímom. Server obsahuje niekoľko kanálov, kde každý má špeciálny účel. Pre pravidelnú komunikáciu s *Product Ownerom* sme vytvorili Slack server, kde sa takisto nachádza kanál integrácie s TFS.

Založili sme si takisto tímovú e-mailovú schránku. Táto schránka slúži na formálnu komunikáciu za celý tím. Každý s členov tímu majú nastavené preposielanie pošty z tejto schránky na ich súkromné, vďaka tomu môžeme rýchlo reagovať na všetky správy.

Adresa e-mailovej schránky je: [tp16.radiant@gmail.com](mailto:tp16.radiant@gmail.com)

Detaily manažmentu komunikácie sú v **Metodika komunikácie**.

## 2.3.MANAŽMENT DOKUMENTÁCIE

Počas celého procesu vývoja vzniká príslušná dokumentácia. Určili sme si osobu, ktorá má na starosti udržiavať vytvorené dokumenty v jednotnej podobe. Všetky tieto dokumenty sú uložené na web stránke nášho tímu. Na zálohovanie ako aj zdieľanie dokumentov medzi jednotlivými členmi tímu používame náš Discord server v príslušnom kanále. Takisto sa ku každému dokumentu môže vyjadriť člen s návrhom na jeho zmenu.



Dokumentácie vznikajú priebežne počas celého procesu tvorby projektu. Zápisnice vznikajú počas každého stretnutia. Retrospektívy vznikajú po každom šprinte, spolu s exportom úloh daného šprintu. Metodiky sú písane podľa našej potreby.

Detaily manažmentu dokumentácie sú v **Metodika dokumentácie**.

## 2.4. MANAŽMENT VERZIÍ

Na manažment verzií používame Unity funkcionality *Unity Collaborate*. Vďaka tejto funkcionalite môžeme udržiavať všetky verzie nášho produktu na jednom mieste. Každý z členov tímu má prístup k tomuto miestu, kde môže vidieť všetky *commit* správy. Prečo sme sa rozhodli používať túto funkcionality je fakt, že každá verzia produktu je zvlášť uložená a môže sa medzi nimi jednoducho prepínať v *Unity Editore* a teda z prostredia, v ktorom vyvíjame náš produkt. *Unity Collaborate* nám takisto umožňuje spoločnú prácu na projekte. Vždy keď na ňom pracuje viacero ľudí naraz, môžeme vidieť to, čo robia ostatní a tým pádom veľmi jednoducho predídeme kolíziám.

Detaily manažmentu verzií sú v **Metodika verzií**.

## 3. SUMARIZÁCIA ŠPRINTOV

---

*Autor kapitoly: Patrik Tománek*

### 3.1. ŠPRINT 1 (12.10. – 25.10.)

*Alias šprintu: Apple*

Prvý šprint nášho tímového projektu bol najmä o zoznamovaní sa s agilným vývojom Scrum. Boli nám vysvetlené všetky potrebné funkcionality prostredia *Azure DevOps*, ktoré budeme potrebovať a využívať počas celej práce na našom projekte.

Tímové stretnutia prebiehali pravidelne každý týždeň, výsledkom každého stretnutia bola zápisnica. Po tom ako nám bol vysvetlený priebeh šprintov sme začali s napĺňaním prvého šprintu. Pre všetky *User Stories* sme udelili *Story Points* pomocou techniky *planning poker*. Každú *User Story* sme mohli diskutovať s naším *Product Ownerom*, aby sme nemali žiadne nejasnosti počas práce. Po tom, ako sme dostali všetky *User Stories*, už bolo na nás aké úlohy si k jednotlivým *User Stories* vytvoríme. Najskôr po tom ako sme si vytvorili jednotlivé úlohy, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili. Každú úlohu sme si takisto aj ohodnotili v počte hodín, koľko nám bude približne trvať jej vypracovanie.

V prvom šprinte sme sa chceli hlavne zamerať na vytvorenie a nasadenie webovej stránky pre náš projekt. Táto úloha bola rozdelená medzi 3 členmi tímu: Patrik Tománek, Ľubomír Kurčák a Tomáš Sabo. Vypracovala sa iba 1 verzia stránky, pretože s ňou bol náš *Product Owner* hneď spokojný, a teda neboli potrebné ďalšie zmeny iné ako zmena textu na stránke.

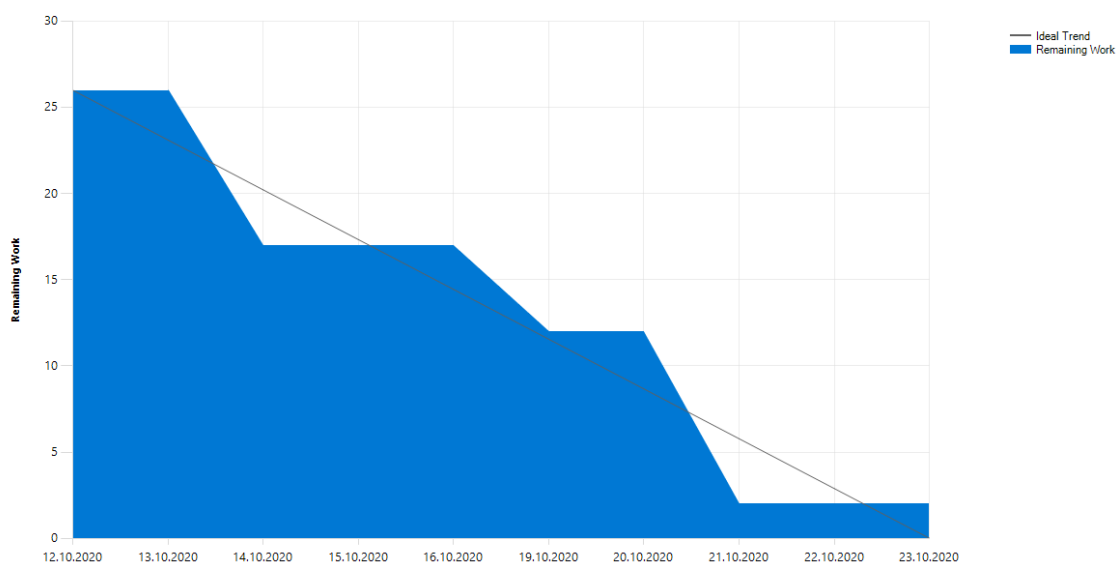
Prvý šprint od nás takisto vyžadoval vypracovať analýzu na rôzne simulátory pre logické ako aj elektrické obvody, pretože v tomto čase sme nevedeli, akým smerom pôjdeme. Na tejto *User Story* pracovali naši dvaja analyzátori Erik Paľa a Viktor Beňo. Erik mal za úlohu vypracovať analýzu pre elektrické obvody a Viktor pre logické obvody. Výsledkom analýzy mal byť dokument, ktorý mal obsahovať link na daný simulátor, jeho popis, ukážku jeho funkčnosti, výhody a nevýhody daného simulátora.

Poslednou úlohou nášho šprintu bola prvotná integrácia vybraných simulátorov do Unity. Na tejto úlohe sa začalo pracovať až po dokončení predošlej úlohy, aby sme vedeli, ktoré simulátory budeme chcieť odskúšať. Po konzultácii simulátorov s naším *Product Ownerom*, sme sa dohodli, že simuláciu vypracujeme pre 2 simulátory. Jedným so simulátorom bol SpiceSharp a tým druhým bol hotový simulátor taktiež vytvorený v prostredí Unity za použitia VR. Integráciu mal na starosti Ľubomír Kurčák, ktorý integroval SpiceSharp do nášho Unity projektu a otestoval druhý už hotový projekt.

Na *Obrázok 1* je znázornený *Burndown chart* 1. šprintu. Dôvod prečo nám graf na konci trochu preteká nie je ten, že sme nedokončili jednu z úloh. Neuvedomili sme si to, že pokiaľ nastavíme koniec šprintu v deň nášho stretnutia s *Product Ownerom*, ktorý máme v pondelok, tak nám šprint končí ako keby v piatok o 23:59, pretože sa berú do úvahy len pracovné dni. Na víkend sme mali ešte naplánované stretnutie tímu, aby sme prediskutovali jednotlivé integrácie simulátorov v Unity, aby sme si spoločne vybrali cestu, ktorou pôjdeme.

Burndown for: Apple

[How do I read this chart?](#)



Obrázok 1 - Burndown chart 1. šprintu

Prvý šprint sa skladal z 3 *User Stories*:

**User Story:** Vytvorenie webového sídla

Riešitelia: Ľubomír Kučák, Tomáš Sabo, Patrik Tománek

Story Points: 13

Stav: Uzavretý

Vytvorili sme webovú stránku s potrebným obsahom. Následne do nej budú pridávať nové dokumenty.

**User Story:** Analýza simulátorov pre logické a elektrické obvody

Riešitelia: Viktor Beňo, Erik Paľa

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Analyzovali sme niekoľko simulátorov pre logické a elektrické obvody, pričom sme si ako najväčší potenciál určili SpiceSharp knižnicu pre simuláciu elektrických obvodov.

**User Story:** Prvá integrácia v Unity

Riešiteľ: Ľubomír Kurčák

Story Points: 5

Stav: Uzavretý

Integrovali sme 2 možné simulátory do nášho projektu, pričom SpiceSharp knižnica preukázala vysoký potenciál a druhý simulátor, resp. hotový projekt v Unity sme zamietli z dôvodu jeho nedostatočnej funkcionality.

### 3.2.ŠPRINT 2 (26.10 – 8.11.)

*Alias šprintu: Banana*

Druhý šprint bol zameraný na dokončenie všetkých potrebných úloh aby sme mohli prejsť na prvú tvorbu prototypu v Unity, riešili sa takisto aj iné veci ako napríklad napísanie a odoslanie prihlášky do TP Cup ako aj nájdenie vhodného nástroja pre komunikáciu medzi tímom a *Product Ownerom* aj počas práce na šprintu.

Prihlášku do TP Cup si zobral na starosť Patrik Tománek, ktorý najprv spísal základný koncept, ktorý sme spoločne ohodnotili a upravili.

Ako nástroj na komunikáciu medzi tímom a *Product Ownerom*, sme sa rozhodovali medzi Discordom a Slackom, takisto bolo potrebné do vybraného nástroja vytvoriť integráciu s TFS. Túto *User Story* mali na starosti Viktor Beňo a Ľubomír Kurčák.

Čo sa týka dokončenia všetkých potrebných úloh pred prvotnou tvorbou prototypu v Unity, tím začal s hľadaním 3D modelov pre elektrické a logické obvody. Síce sme sa po prvom šprinte dohodli, že sa vydáme smerom elektrických obvodov, pre istotu sme sa stále mali aspoň okrajovo venovať logickým obvodom v prípade, že by sme narazili na problémy. Túto *User Story* mali na starosti Ľubomír Kurčák a Patrik Tománek. Pri hľadaní modelov sa malo dbať celkový polycount modelov, pretože prototyp v budúcnosti môže byť integrovaný pre podporu Android zariadení. V takomto prípade je dôležité dodržať striktne daný maximálny počet polygónov, inak nebude možné náš projekt do takéhoto prostredia nasadiť. Sústredili sme sa na voľne dostupné modely s čo najnižším počtom polygónov. Všetky nádejne modely mali byť takisto otestované v Unity prostredí za účelom nájdenia rôznych chýb ako napríklad nesprávne tieň, priehľadnosť textúr atď.

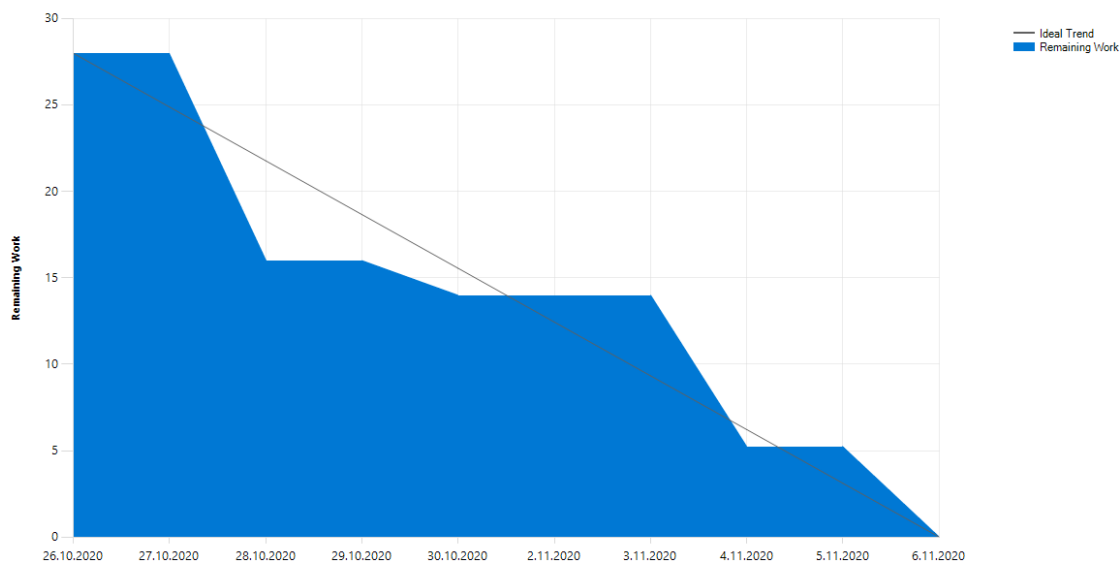
Keďže náš projekt je určený pre mladých študentov, ako ďalšiu *User Story* sme mali na starosti vypracovanie analýzy existujúcich riešení z praxe, konkrétne tých fyzických (hmotných). Táto *User Story* bola zameraná na inšpiráciu ako by mal náš finálny produkt vyzerať. Pracovali na nej Tomáš Sabo, Erik Paľa a Viktor Beňo. Viktor mal za úlohu analyzovať grid riešenia a Erik mal na starosti analýzu breadboard riešení.

Ako poslednú *User Story* sme mali vytvoriť návrh potencionálneho riešenia. Táto *User Story* bola závislá od výstupu predošlých 2 *User Stories*, konkrétne nájdenie 3D modelov a analýzy riešení z praxe. Následne Viktor Beňo a Erik Paľa vytvorili návrhy ako by mohol vyzeráť prvotný prototyp nášho projektu. Viktor mal na starosti navrhnuť grid riešenie a Erik breadbordové riešenie.

Na *Obrázok 2* môžeme vidieť *Burndown chart* 2. šprintu. Tentokrát sme si dali pozor na dokončení všetkých úloh ešte v pracovných dňoch a nie cez víkend.

Burndown for: Banana

[How do I read this chart?](#)



*Obrázok 2 - Burndown chart 2. šprintu*

Druhý šprint sa skladal z 5 *User Stories*:

**User Story:** Napísať prihlášku do TP Cup

Riešiteľ: Patrik Tománek

Story Points: 2

Stav: Uzavretý

Patrik najprv napísal počiatočný návrh, ktorý bol skontrolovaný a upravený tímom, aby mohol byť následne odovzdaný.

**User Story:** Nástroj na komunikáciu v tíme

Riešitelia: Viktor Beňo, Ľubomír Kurčák

Story Points: 3

Stav: Uzavretý

Viktor a Ľubo sa rozhodovali medzi použitím Slack alebo Discord nástroja. Napokon sa rozhodli pre použitie Slack nástroje, kvôli jednoduchšej integrácii s TFS.

**User Story:** Hľadanie 3D modelov pre elektrické/logické obvody

Riešitelia: Patrik Tománek, Ľubomír Kurčák

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Patrik pre modely určené na breadboard implementáciu našiel niekoľko voľne dostupných elektrických súčiastok, pričom pri ich testovaní v Unity sa našli viaceré chyby, ako napríklad priesvitné textúry alebo veľký nepomer k veľkostiam jednotlivých súčiastok medzi ostatnými. Ľubomírovi sa nepodarilo nájsť žiadne vyhovujúce modely pre grid implementáciu, pričom ale povedal, že nemá problém ich sám vytvoriť.

**User Story:** Analýza existujúcich riešení z praxe (fyzických)

Riešitelia: Tomáš Sabo, Viktor Beňo, Erik Paľa

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Analyzovali sme niekoľko reálnych hmotných riešení, pričom sme vypracovali výsledný dokument, v ktorom boli ku každému riešeniu spísané výhody a nevýhody takéhoto riešenia.

**User Story:** Návrh potencionálnych riešení

Riešitelia: Viktor Beňo, Erik Paľa

Story Points: 5

Stav: Uzavretý

Viktor navrhol riešenie pre grid a Erik pre breadboard. V návrhu sa nachádzali aj nákresy jednotlivých riešení spolu s rôznymi prístupmi, ako tieto nákresy doceliť v našom prototypu.

### 3.3.ŠPRINT 3 (9.11. – 22.11.)

*Alias šprintu: Cranberry*

Tretí šprint bol zameraný na tvorbu prvého prototypu v Unity. Po prvom a druhom šprinte sme sa dohodli, že naše riešenie bude pozostávať zo simulácie elektrických obvodov v gride. Pre simuláciu správania elektrických obvodov budeme používať SpiceSharp knižnicu, ktorú sme už implementovali do Unity v prvom šprinte.

Prvá *User Story* bola zameraná na tvorbu modelov elektrických súčiastok vo forme kociek. Keďže v predošlom šprinte sa nám nepodarilo nájsť vyhovujúce modely pre naše riešenie, Ľubomír Kurčák sa rozhodol, že tieto modely namodeluje sám v 3D grafickom softvéri Blender.

Druhá *User Story* súvisela s prvou, pretože sme mali vytvoriť zoznam všetkých elektrických súčiastok, ktoré budeme v projekte potrebovať. Tieto el. súčiastky museli byť podporované SpiceSharp knižnicou. Túto *User Story* mali na starosti Viktor Beňo a Tomáš Sabo. Až potom mohol Ľubomír Kurčák vytvoriť modely vo forme kociek pre celý zoznam elektrických súčiastok.

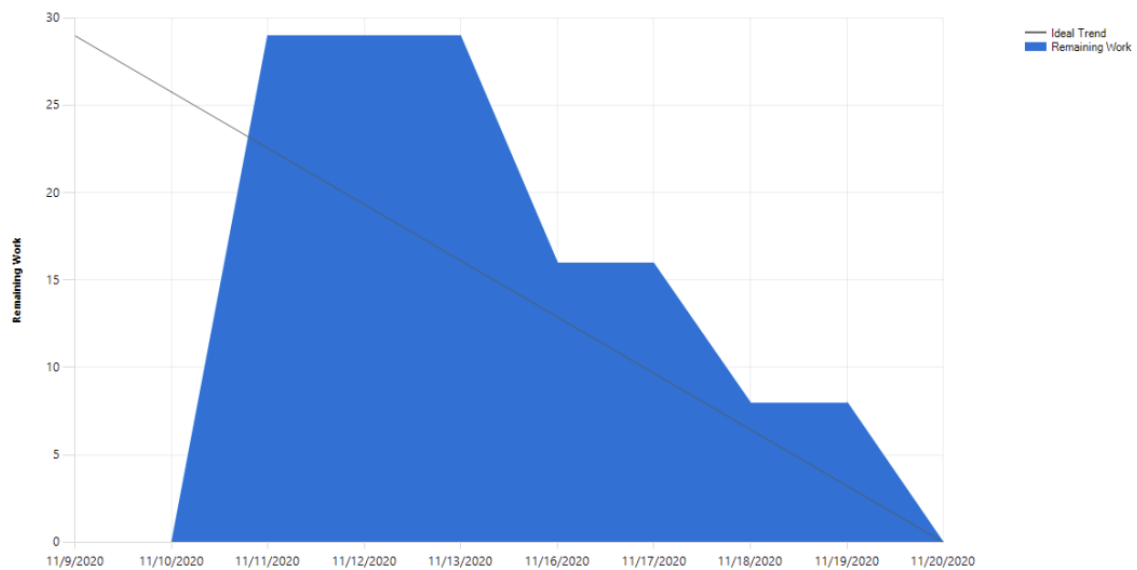
Tretia *User Story* bola zameraná na tvorbu prototypu v Unity, konkrétne konštrukcia obvodov v gride. Bolo potrebné vytvoriť mriežku, pre detekciu kolízií s kockami. Takisto sa musela vytvoriť funkcionálna pre ovládanie hernej postavy hráčom, možnosť zobrať kocku zo zeme, otáčať ju v ruke alebo ju z ruky pustiť. Dostali sme za úlohu vytvoriť aj spôsob zvýrazniť kocky, na ktoré sa hráč pozerá, aby vedel, ktorú po stlačení príslušného tlačidla zdvihne. Takisto pokiaľ hráč drží v ruke kocku a stojí pri grid mriežke, je potrebné vytvoriť simuláciu danej kocky v hráčovej ruke, ako bude vyzeráť po vložení do gridu. Takže hráč sa môže pozeráť priamo do gridu na jednotlivé pozície, do ktorých môže kocka zapadnúť a bude vidieť simuláciu jeho kocky do tohto gridu bez toho, aby ju musel do nej najprv vložiť. Túto *User Story* si zobrali na starosť Patrik Tománek, Ľubomír Kurčák a Tomáš Sabo.

Posledná *User Story* bola zameraná na návrh realizácie pre SpiceSharp. Mali sme si premyslieť celý proces transformovania zloženia nášho grid riešenia až po vygenerovanie kódu pre SpiceSharp. Opätovne sme túto realizáciu mali rozdelenú do 2 častí, jedna časť bola realizácia pre grid riešenie, ktorú mali na starosti Viktor Beňo a druhá časť bola pre breadboard riešenie, ktorú mal na starosti Erik Paľa. Opísanie postupu pre breadboard riešenie bol už ale záložný plán, pokiaľ niekedy v budúcnosti pri práci na projekte zistíme, že grid riešenie nebola dobrá voľba. V takom prípade máme vypracovaný záložný plán pre breadboard riešenie. Súčasťou realizácií mal takisto byť aj obrázok skonštruovaného obvodu v grid/breadboard spolu s kódom, ktorý reprezentuje tento obvod ako vstup do SpiceSharp knižnice.

Na *Obrázok 3* môžeme vidieť *Burndown chart* 3. šprintu. Pri tvorbe tohto grafu sme zabudli zo začiatku inicializovať počet zostávajúcich hodín a inicializovali sme iba počet celkových hodín. Kvôli tomu sa nám celý graf posunul a takisto sa doňho nezaznačil prvý progres nášho šprintu. Našťastie sa tento problém týkal iba prvých 2 dní šprintu, kedy sme tento problém odstránili.

## Burndown for: Cranberry

How do I read this chart?



Obrázok 3 - Burndown chart 3. šprintu

Tretí šprint sa skladal zo 4 *User Stories*:

### **User Story:** Vytvoriť modely kociek

Riešiteľ: Ľubomír Kurčák

Story Points: 13

Stav: Uzavretý

Ľubomír vytvoril všetky potrebné modely pre náš projekt, modely boli otestované, pričom sa na nich nenašli žiadne nedostatky.

### **User Story:** Navrhnúť zoznam kociek

Riešitelia: Viktor Beňo, Tomáš Sabo

Story Points: 5

Stav: Uzavretý

Viktor a Tomáš vytvorili zoznam všetkých podporovaných elektrických súčiastok SpiceSharp knižnicou a vybrali z nich všetky potrebné pre realizáciu nášho projektu.

### **User Story:** Konštrukcia obvodov v gride

Riešitelia: Patrik Tománek, Tomáš Sabo, Ľubomír Kurčák

Story Points: 15

Stav: Uzavretý

Bol vytvorený prvý prototyp v Unity prostredí, kde hráč mohol ovládať vlastnú postavu, mohol zdvihnúť ľubovoľnú kocku, ktorá reprezentovala elektrickú súčiastku. Túto kocku mohol následne v ruke rotovať alebo pustiť späť na zem. Hráč takisto mal vyznačenú kocku, na ktorú sa pozerá. Následne hráč mohol túto kocku vložiť do mriežky, ktorá jednak reagovala na to, na ktorú pozíciu sa hráč díva, v takom prípade sa simulovala kocka v jeho ruke do gridu, kedy mohol túto kocku doň vložiť stlačením príslušného tlačidla. Takisto každá pozícia v gride, určená pre kocku reagovala na kolízie s týmito kockami. To znamená, že pokiaľ hráč pustí kocku z ruky a kocka padne na grid, spadne do prvej možnej diery.

### **User Story:** Návrh realizácie pre SpiceSharp

Riešitelia: Erik Paľa, Viktor Beňo

Story Points: 11

Stav: Uzavretý

Erik navrhol realizáciu breadboard riešenia pre SpiceSharp a Viktor pre grid riešenie. Návrh obsahoval celý postup od zloženia obvodu v breadboard/grid až po vygenerovanie kódu kompatibilný so SpiceSharp knižnicou. Obidvaja sa rozhodli ako ukážkový príklad vytvoriť obvod pre žiarovku. Návrhy takisto obsahovali obrázok ako takýto obvod vyzerá v danom riešení spolu s postupom, ako sa z daného riešenia vygeneruje kód pre SpiceSharp.

## **3.4. ŠPRINT 4 (23.11. – 6.12.)**

*Alias šprintu: Date*

Štvrtý šprint bol zameraný hlavne na nadstavbu nášho prvého prototypu. V tomto šprinte sme začali s integráciou *VR Interaction Framework* balíka do nášho projektu. Tento balík má za úlohu všetky elementy spojené v virtuálnej realite. Takisto sme do vytvoreného prototypu implementovali nami vytvorené *SpiceSharp* demo. Posledná časť šprintu bola venovaná pokračovaniu v tvorbe modelov pre náš projekt.

Prvá *User Story* bola zameraná na integráciu *VR Interaction Framework* balíka do nášho projektu. Súčasťou tejto integrácie bolo vytvorenie vlastnej scény s použitím objektov z *VR Interaction Framework*. Následne sme integrovali interakciu s týmito objektami, pričom sme okrem objektov ponúkaných v tomto balíku integrovali aj interakciu pre naše modely, konkrétne sme vytvorili prvý testový model, ktorý bude použitý v našom projekte tak, aby bol kompatibilný s VR. Posledná časť tejto *User Story* bola zameraná na porovnávanie nami vytvorených *snap zones* so *snap zones* z *VR Interaction Framework*.

Druhá *User Story* bola zameraná na tvorbu prvého *SpiceSharp* dema. Vytvorili sme skript, ktorý vedel meniť parametre elektrického obvodu počas jeho simulácie. Skontrolovali sme rozdiely medzi



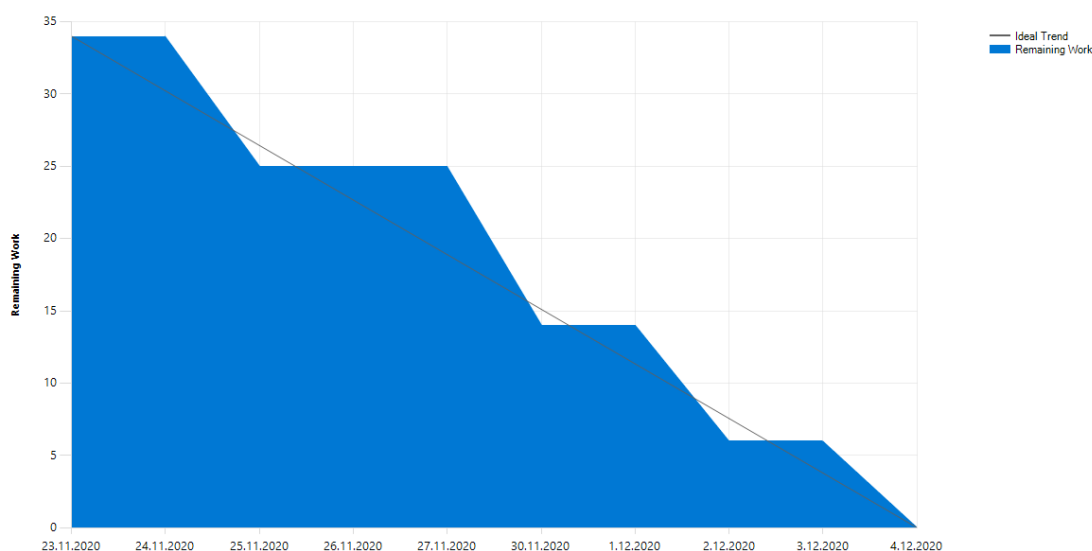
statickou a prechodnou simuláciou obvodov. Posledná časť tejto *User Story* bola venovaná tvorbe vlastnej súčiastky v *SpiceSharp* knižnici, počas ktorej sme zistili, že tvorba vlastných súčiastok je omnoho náročnejšia než sa zdalo, a pred tým ako sa k nej dostaneme, je potrebné aby sme si našťudovali jadro *SpiceSharp* knižnice, konkrétne funkcionality matíc a matematického modelu.

Tretia *User Story* bola zameraná na rozšírení typov modelov o ďalšie súčiastky. Vytvorili sme niekoľko nových súčiastok, konkrétne sme mali vytvárať jednotlivé súčiastky ako 3D modely a reliéfové modely pre elektrické súčiastky.

Na Obrázok 4 môžeme vidieť *Burndown chart* 4. šprintu. Práca na tomto šprinte bola zo začiatku trochu pomalšia ako sme boli zvyknutí počas práce na predošlých šprintov. Našťastie sme sa ale po prvotných problémoch vrátili k predošlému pracovnému tempu a šprint sme riadne dokončili.

Burndown for: Date

How do I read this chart?



Obrázok 4 - Burndown chart 4. šprintu

Štvrtý šprint sa skladal z 3 *User Stories*:

**User Story:** Vytvoriť scénu vo VR Interaction Framework

Riešiteľ: Patrik Tománek

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Patrik vytvoril scénu v Unity s objektami z *VR Interaction Framework*, otestoval funkcionality tohto balíka rôznymi interakciami so spomínanými objektami, ako aj vytvoril interakciu s našimi modelmi, ktoré budeme používať v našom projekte. Nakoniec porovnal funkcionality *snap zones* z *VR Interaction Framework* so *snap zones*, ktoré sme si sami v projekte vytvorili. Počas tohto testovania sme zistili, že lepšie bude používať funkcionality z *VR Interaction Framework*, pretože nemáme doposiaľ dostatočné skúsenosti s tvorbou VR hier a naše *snap zones* by mohli v budúcnosti vytvárať mnohé problémy.

Funkcionalita ponúknutá z *VR Interaction Framework* je pre náš projekt dostačujúca, aj keď bude potrebné čiastočné prispôsobenie, v respektíve nadstavba tejto funkcionality pre náš projekt.

**User Story:** Vytvoriť demo si SpiceSharp

Riešiteľ: Viktor Beňo, Erik Paľa, Tomáš Sabo

Story Points: 17

Stav: Uzavretý

Viktor, Erik a Tomáš vytvorili prvý demo skript, ktorí simuloval elektrický obvod za pomoci *SpiceSharp* knižnice v našom projekte. Tento skript bol takisto schopný meniť parametre elektrického obvodu za behu jeho simulácie. Takisto bolo potrebné odmeranie časov statických a prechodných simulácií, aby sme vedeli, ku ktorej simulácii sa máme v budúcnosti prikláňať, aby nedošlo k narušeniu optimalizácií nášho projektu. Pri meraní týchto časov sme ale zistili, že medzi tými časmi je minimálny rozdiel a preto prechodná simulácia bude pre náš projekt výhodnejšie v prípadoch, v ktorých potrebujeme meniť parametre elektrického obvodu za jeho chodu namiesto toho, aby sme ho celý vypli a zapli na novo. Takisto nie len, že rozdiel časov bol minimálny, ale takisto sme zistili, že *SpiceSharp* knižnica je časovo veľmi efektívna pre simuláciu elektrických obvodov. Jediný problém, na ktorý sme so *SpiceSharpom* narazili bol ten, že pre simuláciu elektrického obvodu sme museli v Unity spustiť nové vlákno, aby sa nenarušil priebeh hry, a teda hra nezačala sekať. Dohodli sme sa na tom, že všetky výpočty spojené so *SpiceSharpom* budú behať na vlastnom vlákne nezávisle od vlákna, ktoré je používané pre *Unity API*. Ako posledné sme mali vytvoriť vlastnú súčiastku v *SpiceSharp*, pretože táto knižnica neobsahuje všetky súčiastky, ktoré budeme v našom projekte potrebovať, ale poskytuje nám možnosť si tieto súčiastky vytvoriť. Počas tvorby vlastnej súčiastky sme ale zistili, že tvorba ďalších, zložitejších súčiastok bude omnoho náročnejšia ako naša prvá súčiastka. Preto bude potrebné sa najprv venovať dôkladnej analýze jadra *SpiceSharp* knižnice, konkrétne bližšie pochopiť funkcionality matíc a matematického modelu.

**User Story:** Rozšíriť typy modelov o ďalšie súčiastky

Riešiteľ: Ľubomír Kurčák

Story Points: 7

Stav: Uzavretý

Ľubomír pokračoval v tvorbe modelov pre náš projekt. Konkrétne vytváral nové reliéfové ako aj 3D modely elektrických súčiastok pre náš projekt. V tomto šprinte po dokončení tejto úlohy sme sa s *Product Ownerom* dohodli, že už nebudeme ďalej vytvárať reliéfové modely a budeme sa zameriavať na tvorbu 3D modelov.

### 3.5.ŠPRINT 5 (7.12. – 14.12.)

*Alias šprintu: Elderberry*

Piaty a posledný šprint zimného semestra bol venovaný analýze synchronizačných frameworkov, za účelom nájdenia najoptimálnejšieho frameworku pre náš kolaboratívny projekt.

Posledná časť šprintu sa zaoberala pokračovaním práce s VR Interaction Frameworkom (VRIF), a teda rozšírenie funkcionality virtuálnej reality v našom projekte. Táto úloha priamo nadväzovala na úlohu z predošlého šprintu. Keďže tento šprint trval iba jeden týždeň, vypracovávali sme iba tieto 2 *User Stories*.

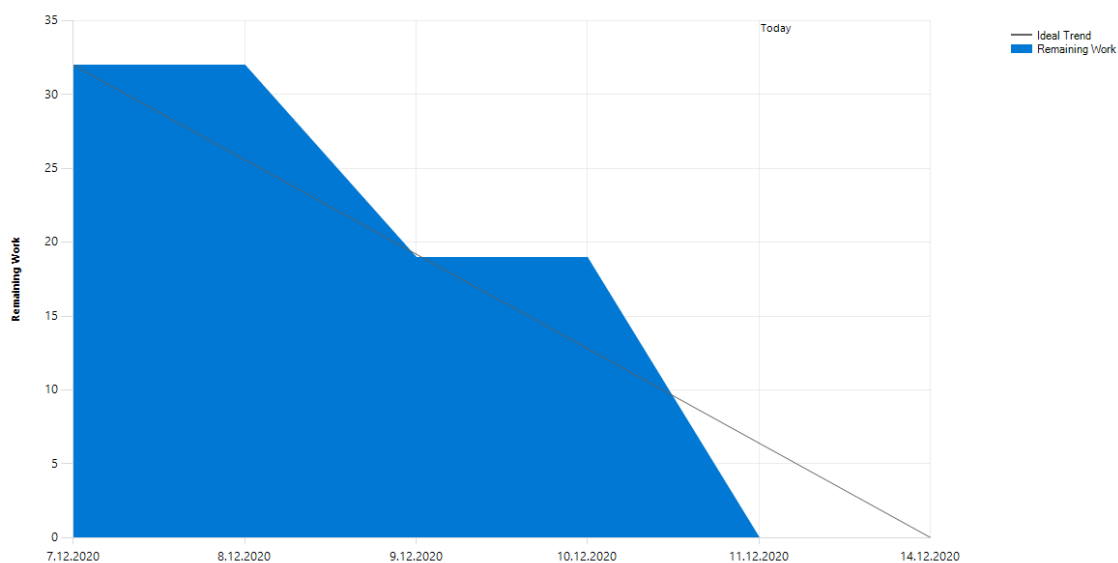
Prvá *User Story* bola zameraná na analýzu synchronizačných frameworkov, konkrétne sme analyzovali frameworky ako: Photon Bolt, Smartfox Server, Photon Unity Networking 2. Následne bolo vytvorené vyhodnotenie týchto analýz za účelom nájdania najoptimálnejšieho riešenia pre náš projekt. Okrem synchronizácie pohybu a prostredia našou úlohou bola takisto aj analýza synchronizácie *voice chatu*.

Druhá *User Story* bola zameraná na pokračovanie implementácie *VR Interaction Framework* do nášho projektu. Táto *User Story* priamo nadväzovala na predošlú *User Story* zo šprintu č.4. Do projektu boli implementované modifikované *Snap Zones*, pridaná integrácia s našimi modelmi elektrických súčiastok. Posledná časť tejto *User Story* sa zaoberala kontrolou spojenia medzi jednotlivými elektrickými súčiastkami umiestnenými v *grid board*e. Na koniec vznikol 2. prototyp nášho projektu, ktorý podporoval virtuálnu realitu.

Na Obrázok 5 môžeme vidieť *Burndown chart 5. šprintu*. Keďže tento šprint trval iba jeden týždeň, počas ktorého sme vypracovali 2 *User Stories*, preto graf obsahuje iba 2 hlavné skoky.

Burndown for: Elderberry

How do I read this chart?



Obrázok 5 - Burndown chart 5. šprintu

**User Story:** Analýza synchronizačných frameworkov

Riešiteľ: Ľubomír Kurčák, Viktor Beňo, Erik Paľa, Tomáš Sabo

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Ľubomír analyzoval SmartFox server, Viktor analyzoval Photon Bolt a Realtime Cloud, Tomáš analyzoval Photon Unity Networking 2. Erik následne vytvoril vyhodnotenie všetkých týchto analýz

frameworkov. Z tejto analýzy vyplývalo, že do nášho projektu budeme najskôr implementovať Photon Bolt, pretože sa javí ako najlepší kandidát spomedzi konkurencie.

### User Story: VR Interaction Framework 2

Riešiteľ: Patrik Tománek

Story Points: 8

Stav: Uzavretý

Patrik pokračoval s implementovaním *VR Interaction Framework* funkcionalít do nášho projektu. Keďže sme sa v predošlom šprinte rozhodli o používaní *Snap Zones* funkcionality z tohto frameworku namiesto používania nami implementovanej funkcionality bolo potrebné danú funkcionalitu prispôsobiť nášmu projektu. Prispôsobenie sa týkalo pridania offsetu pre rotácie elektrických súčiastok po tom ako sú vložené do *grid boardu*. Integrovala sa podpora virtuálnej reality pre ďalšie modely elektrických súčiastok, ako aj prvá verzia kontroly spojenia medzi jednotlivými súčiastkami vloženými v *grid boardu*. Výsledkom tejto *User Story* bolo vytvorenie 2. prototypu nášho projektu, v ktorom bola podpora pre virtuálnu realitu.

## 4. GLOBÁLNA RETROSPEKTÍVA

---

Autor kapitoly: Patrik Tománek

Pre lepšie pochopenie globálnej retrospektívy nášho tímu sme sa rozhodli rozdeliť túto kapitolu na retrospektívy k jednotlivým šprintom. Každá retrospektíva sa skladala z 3 častí, prvou časťou boli pozitíva šprintu, následne negatíva šprintu a celkové zhodnotenie s prípadnými dohodami na zmeny v pracovnom nasadení.

### 4.1. RETROSPEKTÍVA K ŠPRINTU 1 (26.10.)

#### POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloh a vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Pracovali sme priebežne na úlohách, čiže už v polovici šprintu každý člen tímu prezentoval jeho progres na jemu pridelené úlohe
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhajúce si počas práce na úlohách
- Všetky úlohy boli načas dokončené

#### NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

#### ZHODNOTENIE

- Pracovné nasadenie na ďalšom šprinte ponecháme zatiaľ nezmenené po prvom šprinte

## 4.2. RETROSPEKTÍVA K ŠPRINTU 2 (9.11.)

### POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloh a vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Úlohy, ktoré mali prioritu, že museli byť splnené do prvej polovice šprintu sa bez problémov splnili
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhanie si počas práce na úlohách
- Všetky úlohy boli načas dokončené

### NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

### ZHODNOTENIE

- Tento šprint sa principiálne podobal prvému šprintu, preto sme pracovné nasadenie ponechali rovnaké z toho dôvodu, že v 1. retrospektíve neboli nájdené žiadne negatíva
- Rozhodli sme sa opätovne pokračovať v rovnakom pracovnom nasadení bez zmien

## 4.3. RETROSPEKTÍVA K ŠPRINTU 3 (23.11.)

### POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloh a vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Počas tohto šprintu sme mali vypracovať aj dokument k riadeniu a inžinierskemu dielu, pričom každý člen z tímu na ňom usilovne pracoval
- Všetky časti obidvoch dokumentov boli vzájomne diskutované a prípadne upravované
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhanie si počas práce na úlohách
- Všetky úlohy boli načas dokončené
- Dokument k riadeniu a inžinierskemu dielu bol načas dokončený

### NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

### ZHODNOTENIE

- V tomto šprinte sme po prvý krát začali aj s implementáciou a nie len analýzou. Vytvárali sme prvý prototyp nášho riešenia, pričom celý proces prebehol bez problémov.
- Rozhodli sme sa nerobiť zmeny v pracovnom nasadení

#### 4.4. RETROSPEKTÍVA K ŠPRINTU 4 (7.12.)

##### POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloh a vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhanie si počas práce na úlohách
- Všetky úlohy boli načas dokončené

##### NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

##### ZHODNOTENIE

- V tomto šprinte sme po prvý krát integrovali prvé SpiceSharp demo do nášho projektu, ako aj VR Interaction Framework. Nevyskytli sa žiadne značné problémy, jediné na čo sme prišli je, že tvorba vlastných súčiastok v SpiceSharp knižnici je náročnejšie než sa zdalo a budeme najskôr potrebovať bližšie pochopiť jadro SpiceSharpu
- Rozhodli sme sa nerobiť zmeny v pracovnom nasadení

#### 4.5. RETROSPEKTÍVA K ŠPRINTU 5 (14.12.)

##### POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloh a vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhanie si počas práce na úlohách
- Šprint prebehol bez akýchkoľvek komplikácií, vzhľadom na to, že sme mali na to iba týždeň, a teda sme aj dostali menej úloh
- Všetky úlohy boli načas dokončené

##### NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

##### ZHODNOTENIE

- V tomto šprinte sme viac menej pokračovali v tom, s čím už máme skúsenosti, takže sa nevyskytli žiadne problémy
- Ďalší šprint začne až v letnom semestri tak dúfame, že pracovné nasadenie na začiatku letného semestra bude rovnaké ako počas celého zimného semestra

## ZÁVER

---

Počas práce na prvých piatich šprintoch sme sa ako celý tím úspešne adaptovali na princípy agilného vývoja v metodike *Scrum*. Zo začiatku sme mali značné medzery pri tvorbe nového šprintu, konkrétne ohodnocovanie jednotlivých *User Stories* pomocou *Story Points* princípom *planning poker*. Tento problém sa nám ale podaril eliminovať už do 2. šprintu, pretože sme sa ako tím lepšie spoznali a „naladili“ sme sa na tú istú vlnu.

Náš počiatočný prístup k projektu sa pozitívne odrazil na prvej retrospektíve, kde sme sa jednohlasne zhodli na ponechaní súčasného pracovného nasadenia, vďaka čomu sme bez väčších problémov úspešne dokončili zvyšné šprinty zimného semestra.

Veríme, že aj nasledujúce šprinty budeme schopní úspešne dokončiť bez toho, aby sme museli urobiť radikálne zmeny v našom tíme.

## PRÍLOHA A. MOTIVAČNÝ DOKUMENT

---

*Autori prílohy: Patrik Tománek, Ľubomír Kurčák, Tomáš Sabo, Erik Paľa, Viktor Beňo*

### A.1. TÍM

**Členovia:** Patrik Tománek, Erik Paľa, Ľubomír Kurčák, Viktor Beňo, Tomáš Sabo

#### **Doterajšie skúsenosti:**

- Tvorba hier v Unity3D
  - Patrik, Ľubomír a Tomáš už majú skúsenosti s prácou v Unity3D.
- Práca v Unity3D ako univerzitný projekt
  - Patrik mal za úlohu vytvoriť interaktívnu webovú aktivitu, aby oboznámil jej používateľov s princípmi rôznych algoritmov a umelej inteligencie používanej pri profilovaní internetových používateľov, pričom sa rozhodol vypracovať tento projekt v Unity3D za použitia WebGL pluginu (<https://randomxd.itch.io/how-tointernet>).
  - Tomáš už pracoval na tímovom projekte v roku 2018/2019, jeho tím (Tím 20) vyvíjal aplikáciu na generovanie UML diagramov v 3D priestore v prostredí Unity3D.
- Tvorba responzívnej aplikácie použitím raytracing
- Práca s neurónovými sieťami
  - Viktor pracoval s neurónovými sieťami v rámci bakalárskej práce. Neurónová sieť bola vytvorená pomocou TensorFlow knižnice v jazyku Python.
- Technické skúsenosti relevantné pre tvorbu responzívnych aplikácií - nízka odozva vstupu (input lag), grafické programovanie - projekcia, shadery, optimalizácia draw-calls, networking pre hry - unreliable prenos, streaming, interpolácia.

### A.2. MOTIVÁCIA

**Téma:** VR laboratórium pre dištančné vzdelávanie [VRLab]

**Prečo:** Rozhodli sme sa pre výber tejto témy, pretože nás zaujala z viacerých hľadísk:

- Virtuálna realita sa stáva čoraz populárnejšou, a teda aj dopyt pre projekty zamerané na VR. Oboznámenie sa s prácou s touto technológiou by predstavoval pozitívny prínos do budúcnosti všetkých členov tímu.
- Unikátna príležitosť získať hands-on skúsenosti pri tvorbe aplikácií a používaní VR hardvéru v univerzitnom prostredí a aplikovať získané poznatky v novej technologickej oblasti.
- Téma ponúka veľa možností zabudovania vlastných kreatívnych nápadov.
- Možnosť overiť široko škálovú uplatniteľnosť VR technológií vzhľadom na laického a rekreačného používateľa.

**Čo vieme poskytnúť:** Po tímovej diskusii sme našli niekoľko dôvodov, prečo práve my by sme mali byť zvolený pre túto tému:

- **Skúsenosti s platformou.** Keďže členovia tímu už pracovali s Unity3D, máme za to, že to značne urýchli prácu na projekte, a umožní členom, ktorí skúsenosti s Unity3D nemajú, aby boli produktívni od prvého dňa a odniesli si z projektu čo najviac.
- **Technické skúsenosti relevantné pre tvorbu responzívnych aplikácií.** Dôraz na nízku odozvu vstupu (input lag). Grafické programovanie, projekcia, shadery, používanie grafických driverov,



optimalizácia draw-calls. Networking pre hry - serializácia, unreliable prenos, streaming, interpolácia, server-client, peer-to-peer architektúry.

- **Filozofia dizajnu zameraného na používateľa.** Používateľ by mal vykonať čo najmenší počet krokov pred začatím používania produktu. Snaha neumožniť používateľovi “chytiť sa do pasce.” Používateľské prostredie by malo byť prehľadné a interakcia by mala byť intuitívna a ohľaduplná k všetkým používateľom.
- **Entuziazmus a pocit zmysluplnosti.** Všetci sa tešíme z možnosti pracovať na tvorbe VR hry v Unity3D ako univerzitný projekt. Pri voľbe preferovanej témy sme sa ihneď zhodli a vidíme ju ako dobrú iniciatívu a príležitosť na osobný rozvoj.

### A.3. ZORADENIE TÉM PODĽA PRIORÍT

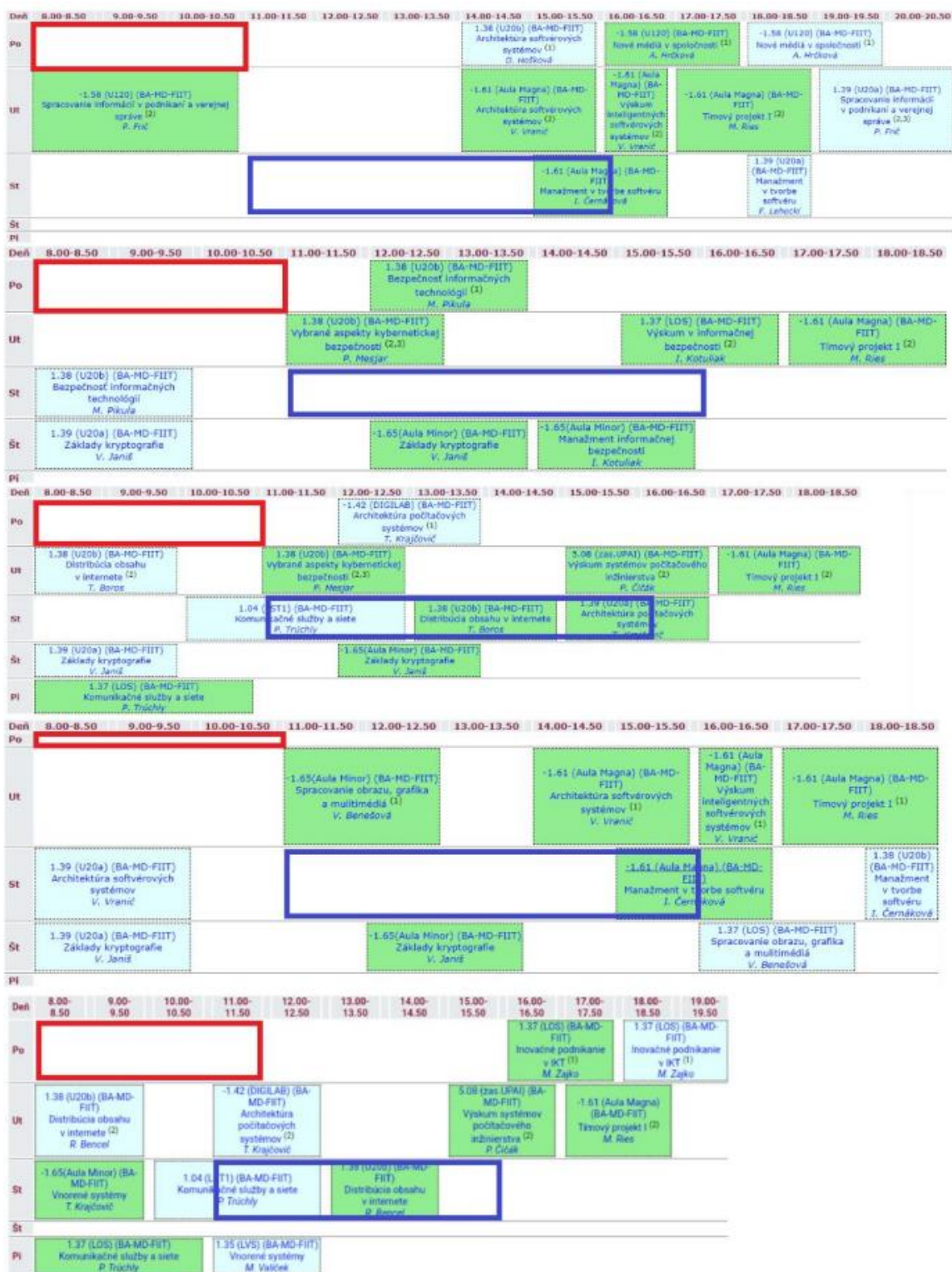
1. 17. VR laboratórium pre dištančné vzdelávanie [VRLab]
2. 3. Vizualizácia softvéru vo virtuálnej a rozšírenej realite [VizReal]
3. 10. Game-chain: Ako bezpečne vymieňať herné účty
4. 8. Automatické rozpoznávanie spektier [ARS]
5. 9. Vzdialené monitorovanie zdravotného stavu človeka pomocou E-Health
6. 5. Educational and coworking driven orchestration portal [EDUCO]
7. 6. Transformácia priestorov na bezpečné a inteligentné miesta na prácu [SmartSpace]
8. 4. Educational Content Engineering Hub - Databáza otázok, odpovedí, úloh a riešení [ECEH-DU]
9. 1. Blockchain platobné brány [BlockPay]
10. 19. Podporný informačný systém pre študijné oddelenie [CROSS-CHECK]
11. 15. Webový vyhľadávač podobnosti [AntiPlag]
12. 2. Webové IDE pre ASIC [ASICDE]

### A.4. ROZVRHY TÍMU

- Martin Suchoň nám oznámil, že sa nebude zúčastňovať štúdia na fakulte, čím efektívne nebude súčasťou tímu
- Čas na stretnutie s vedúcim projektu by nám vyhovoval pondelky medzi 8:00 a 11:00
- Tímové stretnutia budú predbežne prebiehať v stredu medzi 11:00 a 16:00

|       | Monday                                     | Tuesday | Wednesday                            | Thursday | Friday |
|-------|--------------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------|--------|
| 08:00 | <b>Stretnutie s vedúcim</b><br>08:00-11:00 |         |                                      |          |        |
| 09:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 10:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 11:00 |                                            |         | <b>Spoločná práca</b><br>11:00-16:00 |          |        |
| 12:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 13:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 14:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 15:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 16:00 |                                            |         |                                      |          |        |
| 17:00 |                                            |         |                                      |          |        |

Obrázok A.1 - Rozvrh pre predmet Tímový projekt



Obrázok A.2 - Rozvrhy členom tímu s vyznačenými časmi pre Tímový projekt

**Červenou farbou** je znázornený čas na stretnutie s vedúcim.

**Modrou farbou** je znázornený čas na spoločnú prácu, rozhodli sme sa pre vybratie väčšieho časového úseku, z dôvodu kolízií medzi jednotlivými členmi a ich cvičeniami/prednáškami, na základe toho sa budú aj rozdeľovať úlohy.

## PRÍLOHA B. PRIHLÁŠKA NA TP CUP

---

*Autor prílohy: Patrik Tománek*

### B.1. KONTAKT

[tp16.radiant@gmail.com](mailto:tp16.radiant@gmail.com)

### B.2. TÍM

Náš tím sa skladá z 5 členov: Patrik Tománek, Ľubomír Kurčiak, Tomáš Sabo, Erik Paľa a Viktor Beňo. Pričom 3 členovia nášho tímu už majú rozsiahlejšie skúsenosti s Unity engine, a poslední 2 členovia sú vzdelaní v oblasti elektrických obvodov. Na základe toho sme si vytvorili projekt presne ušitý pre náš tím.

### B.3. MOTIVÁCIA

Kvôli súčasnej pandémie koronavírusu trpia takmer všetky školy na Slovensku, obzvlášť základné alebo stredné školy. Pre tieto inštitúcie je v mnohých prípadoch takmer nemožné prejsť na online výučbu, čo má obrovský dopad na vzdelanie mladej generácie. Medzi najproblematickejšie a zároveň veľmi dôležité oblasti výučby patria laboratórne cvičenia, ktoré väčšinou vyžadujú špeciálne vybavenie ako aj odborný dozor.

Našťastie ale v súčasnej dobe existujú viaceré riešenia ako prekonať mnohé problémy spojené s distančnou výučbou, konkrétne sa zameriavame na virtuálnu realitu. Vďaka virtuálnej realite sme schopní skonštruovať laboratórium, v ktorom v tom istom čase môže byť učiteľ aj jeho žiaci. Učiteľ žiakom vysvetlí preberanú látku a následne si žiaci môžu praktickými úlohami tieto vedomosti overiť a použiť v praxi, pričom nie je potrebné aby žiaci vlastnili akékoľvek vybavenie okrem VR headsetu, pretože všetky potrebné veci im budú vo virtuálnej realite k dispozícii.

### B.4. NÁPLŇ PROJEKTU

V našom projekte sa budeme zameriavať na prácu s elektrickými obvodmi. Konkrétne učiteľ bude mať možnosť nahráť si jeho prezentáciu do VR prostredia, kde ju odprednáša žiakom. Témou laboratórneho cvičenia bude tvorba elektrických obvodov pre ovládanie modelu autíčka. Žiakom budú najskôr vysvetlené základy obvodov pre zapnutie svetla, spustenie smeroviek alebo trúbenie. Neskôr prejdú na zložitejšie koncepty ako tvorba motora, pridávanie alebo uberanie plynu, otáčanie kolies a brzdenie.

Žiaci si následne budú môcť zrealizovať vlastné elektrické obvody na základe nadobudnutých vedomostí, pričom každý žiak má k dispozícii vlastný model auta, na ktorom bude všetky skonštruované elektrické obvody následne testovať.

Keďže chceme aby náš projekt bol skutočne zaujímavý pre mladšiu generáciu. Žiaci si po dokončení tvorby ich elektrických obvodov a ich implementovanie do modelu auta, môžu zmerať svoje sily, resp. vedomosti voči ostatným žiakom. Konkrétne sa bude jednať o formu závodu, v ktorom sa ukáže, kto zvládol tvorbu elektrických obvodov najlepšie.

## B.5. CIELE PROJEKTU

- Vytvorenie laboratórneho cvičenia pre elektrické obvody vo virtuálnej realite, ako aj desktope
- Možnosť nahratie prezentácie do VR prostredia z učiteľovho počítaču
- Vytvorenie prostredia pre tvorbu elektrických obvodov pomocou breadboardov
- Vytvorenie modelov a logiky pre všetky potrebné elektrické súčiastky
- Vytvorenie interaktívneho modelu autíčka:
  - Môže sa doňho nasadnúť
  - Môžu sa doňho implementovať všetky vytvorené el. obvody
  - Možnosť otestovať korektnosť el. obvodov zábavným a interaktívnym spôsobom na základe žiakovho inputu
  - Auto môže zapínať svetlá, smerovky, trúbiť, pridať a uberať plyn, meniť smer, použiť turbo
- Zábavné otestovanie výstupov všetkých žiakov spoločným závodom všetkých modelov áut na spoločnej závodnej trati

Projekt bude vytvorený pomocou Unity engine za použitia C# programovacieho jazyku. Hlavným cieľom bude implementácia pre prostredie virtuálnej reality, ale takisto aj obyčajný desktop. Veríme, že tento projekt uľahčí prechod škôl do distančnej výučby bez straty vzdelávacej hodnoty.

## PRÍLOHA C. METODIKY

---

*Autor prílohy: Tomáš Sabo*

### C.1. METODIKA DOKUMENTÁCIE

#### Dedikácia

Metodika opisuje zásady a postupy písania dokumentácie, ktoré zaužívame v tíme 16 Radiant. Je určená všetkým členom tímu.

#### Role

- **Člen tímu** - študent, ktorý je súčasťou tímu č. 16 Radiant na predmete Tímový projekt
- **Autor metodiky** - člen tímu, ktorý napísal danú metodiku
- **Odborník v oblasti** - člen tímu, ktorý ma najviac vedomostí v určitej oblasti
- **Scrum Master** - člen tímu, ktorý riadi tím a ktorý vytvára zápisnice počas stretnutia s product ownerom

#### Zápisnica

Zápisnica slúži na spísanie najdôležitejších udalostí zo stretnutia, tento dokument je taktiež veľmi dôležitý pre product ownera ako zdroj informácií. Zápisnicu spravidla spíše Scrum Master alebo osoba, ktorá ho zastupuje. Avšak prispieť k obsahu zápisnice môže každý člen tímu.

Zápisnica musí obsahovať:

- **Zhrnutie zo stretnutia** - obsahuje hlavné body stretnutia, čo sa riešilo a robilo v očíslovaných odrážkach
- **Poznámky zo stretnutia** - štrukturovaný text, ktorý obsahuje všetky dôležité informácie zo stretnutia

Na *Obrázok C.1*, je možné vidieť príklad zápisnice.

---

# ZÁPISNICA Č. 1

Tím č. 16 - Radiant

12.10.2020

## ZHRNUTIE STRETNUTIA

1. Diskusia ohľadom výberu simulátora pre praktické laboratórium
2. Prvotné napíňanie backlogu
3. Tvorba a spustenie prvého šprintu

## POZNAMKY ZO STRETNUTIA

- Prvotné zoznamovanie sa so Scrum Poker, diskusia pri odhadovaní zložitosti jednotlivých User Tasks.
- Vypracovanie analýzy nájdených druhov simulácií so zameraním na elektrické, resp. logické obvody, primárne pre C# knižnice. Následne spísanie dokumentu s opisom daného simulátora, uvedenie jeho výhod, resp. nevýhod.
- Vybranú simuláciu integrovať do Unity, vypracovanie jednoduchého príkladu s príslušným výstupom.
- Používať LTS verziu Unity (2019.4.12f)
- Vytvorenie webového sídla
  - Názov projektu a príslušný opis
  - Zoznam členov a ich roly
  - Počiatočné zameranie projektu
  - Vloženie zápisnice do dokumentového sídla

*Obrázok C.1 – Zápisnica zo stretnutia*

## Retrospektíva

Retrospektíva slúži na zhodnotenie priebehu celého šprintu. retrospektíva sa vytvára pomocou dvoch otázok - Čo bolo dobré na šprinte a čo bolo zlé na šprinte, prípadne čo by sa mohlo zlepšiť. Retrospektívu vytvára člen tímu počas stretnutia alebo tesne po stretnutí na základe odpovedí jednotlivých členov tímu, následne sa spíše zhodnotenie celého šprintu.

Retrospektíva musí obsahovať:

- **Čo bolo dobré na šprinte** - spíše sa pozitíva šprintu
- **Čo bolo zlé na šprinte** - spíše sa negatíva šprintu, prípadne pripomienky
- **Zhodnotenie šprintu** - opíše sa celý výsledok šprintu, aké pravidlá chce tím dodržiavať alebo zmeniť v nasledujúcich šprintoch

Na *Obrázok C.2*, je možné vidieť príklad retrospektívy.



---

# RETROSKEPTÍVA Č. 1

Tím č. 16 - Radiant

26.10.2020

## POZITÍVA ŠPRINTU

- Hneď po zadelení úloha vytvorení šprintu product ownerom, sme si tieto úlohy medzi sebou rozdelili
- Pracovali sme priebežne na úlohách, čiže už v polovici šprintu každý člen tímu prezentoval jeho progres na jemu pridelenú úlohu
- Pravidelná komunikácia počas celého šprintu, nielen počas bloku určeného na spoločnú prácu alebo stretnutie s product ownerom
- Vzájomné pomáhajúce si počas práce na úlohách
- Všetky úlohy boli načas dokončené

## NEGATÍVA ŠPRINTU

Žiadne

## ZHODNOTENIE

- Pracovné nasadenie na ďalšom šprinte ponecháme zatiaľ nezmenené po prvom šprinte

*Obrázok C.2 – Retrospektíva šprintu*

## Dokument s exportom úloh

Na začiatku každého nového šprintu, po plánovaní úloh, člen tímu vyexportuje dokument, ktorý obsahuje aktuálny stav úloh z nástroja Azure DevOps. Tento export musí obsahovať všetky evidované úlohy, ktoré vzišli z našich stretnutí. Ku každej User Story sa uvádzajú dôležité informácie ako názov, popis, stav úlohy, zodpovedný riešiteľ a podobne.

Na *Obrázok C.3*, je možné vidieť príklad dokumentu s exportom úloh.

| D                     | Title                                               | Work Item Type | State  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Story Points | Iteration Path | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15604</a> | Vytvorenie webového sídla                           | User Story     | Closed | Vytvorenie webového sídla * zapísanica * názov projektu + popis * zo znám členov tímu + roly * na čo sme sa na začiatok projektu zamerali                                                                                                                                                                                                | 13           | Radiant\Apple  |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15609</a> | Spojzdenie serveru cez virtuálne stroje             | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15610</a> | Nasadenie sablony                                   | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              | Radiant\Apple  | 2                 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15611</a> | Naplnenie obsahu stránky                            | Task           | Closed | Na stránke by mali byť aj obrázky                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15603</a> | Analýza simulatorov pre logické a elektrické obvody | User Story     | Closed | priority csharp libraries keď sa nenašú tak aj ine jazyky Treba spísať aj dokument, vzdy linka, popis, sample, vyhod/nehody. Všetko pojde do výsledného dokumentu. Ideálne nugen package * circuitblox                                                                                                                                   | 8            | Radiant\Apple  |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15605</a> | Analýza simulatorov pre logické obvody              | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15606</a> | Analýza simulatorov pre elektrické obvody           | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Erik Pala      |
| <a href="#">15607</a> | Prva integrácia v Unity                             | User Story     | Closed | Integrovanie vybranej knižnice na logické/elektrické obvody do Unity Rozchodenie sample Napríklad jednoduchý obvod, a program výpisu voltáže v bode ("meram napätie medzi X v) Verzia LTS Release 2019.4.12f1 Released: 7 October 2020 <a href="https://unity3d.com/unity/qa/lts-releases">https://unity3d.com/unity/qa/lts-releases</a> | 5            | Radiant\Apple  |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15608</a> | Prva integrácia v Unity                             | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              | Radiant\Apple  | 8                 | Bc. Ľubomír Kurčák |

Obrázok C.3 – Export úloh

## C.2. METODIKA AGILNÉHO RIADENIA

### Dedikácia

Metodika opisuje princípy riadenia prostredníctvom Agile, táto metodika je zaužívaná v tíme č. 16 Radiant a je určená všetkým členom tímu.

### Príprava

Scrum Master by mal ešte pred začiatkom stretnutia si pripraviť osnovu stretnutia, podľa ktorej stretnutie bude prebiehať. V prípade zmeny Scrum Mastera je potrebné sa dohodnúť s členmi tímu na pridelení pozície Scrum Mastera inému členovi ešte niekoľko dní pred začiatkom stretnutia.

### Začiatok stretnutia

Na začiatku stretnutia si členovia pozrú v plánovacom kalendári ich úlohy na dnešné stretnutie. Ak niektoré úlohy nie sú pridelené, členovia sa rozhodnú na ktorej úlohe sa začne pracovať.

### Tímový stand-up

Na začiatku každého stretnutia prebieha tímový stand-up, ktorý slúži na udržanie prehľadu o vývoji produktu a o zistení možných komplikácií.

Každý člen tímu musí odpovedať tri základné otázky:

- Čo som spravil na projekte od posledného stretnutia?
- Čo plánujem spraviť na projekte do budúceho stretnutia?
- Existuje nejaká prekážka, ktorá mi bráni splniť úlohy?

### Priebeh stretnutia

Stretnutie prebieha cez konferenčný hovor, a členovia pracujú na svojich pridelených úlohách. Na konci stretnutia si každý člen poznačí svoj odpracovaný čas na úlohách do plánovacieho kalendára. Počas stretnutia je povinný jeden člen tímu zapisovať poznámky zo stretnutia a taktiež je tento člen zodpovedný za spísanie zápisnice ku danému dňu zo stretnutia. Po skončení stretnutia je potrebné ešte v ten deň spísať zhodnotenie stretnutia, toto zhodnotenie by malo byť odsúhlasené všetkými členmi tímu.

### Product Owner

Stretnutie s product ownerom začína s pripomenutím úloh pre aktuálny šprint a skontrolovaním aktuálne rozpracovaných a dokončených úloh. Počas stretnutia s product ownerom sa robí backlog grooming.

User Story sú zoradené v Backlogu podľa priority, túto prioritu User Story určuje product owner počas stretnutia na základe jej komplexity a užitočnosti. Komplexitu User Story určujú členovia tímu, na určovanie komplexity User Story sa používa planning poker. Pri určovaní komplexity User Story prebieha komunikácia medzi členmi a planning poker sa opakuje kým sa členovia nedohodnú. Ak User Story nemá splnenú Definition of Ready, je možné ju rozdeliť na viaceré User Story. Každá User Story pred zaradením do šprintu musí byť rozdelená na Tasky. Do Taskov je potrebné definovať estimating hours, estimating hours by nemal byť väčší ako 8 hodín. Ak Task je časovo náročnejší ako 8 hodín je potrebné ho rozdeliť na menšie Tasky a rozložiť medzi viacerých členov tímu.

## Právomoc Scrum Mastera

Scrum Master má právo zakázať témy diskusie alebo nejaký problém, ktorý aktuálne riešia členovia tímu. Scrum Master má právo vyhlásiť prestávku v rozsahu 10 až 30 minút, prestávky by mali byť odsúhlasené členmi tímu.

## Po šprinte

Členovia tímu po šprinte spoločne oddiskutujú čo stihli, čo spôsobovalo problémy a čo by sa dalo zlepšiť.

## Definitions

### Definition of Done

Definition of Done je v tíme definovaný:

- Projekt bol odprezentovaný product ownerovi.
- Pre User Story sú splnené akceptačné kritériá product ownera.
- User Story bola schválená product ownerom.
- Kód obsahuje zmysluplné komentáre.
- Kód bol skontrolovaný metódou code review aspoň od jedného ďalšieho člena tímu.

### Definition of Ready

Definition of Ready je v tíme definovaný:

- Pre User Story:
  - Musí byť zaradená do šprintu.
  - Musí mať zvolenú zodpovednú osobu.
  - Názov musí byť zrozumiteľný.
  - Komplexita User Story musí byť ohodnotená tímom a zapísaná ako Story points.
- Pre Task:
  - Musí byť zaradený do šprintu.
  - Musí mať zvoleného riešiteľa úlohy.
  - Musí obsahovať krátky zrozumiteľný popis.
  - Názov musí byť zrozumiteľný.
  - Náročnosť je odhadovaná počtom hodín v Original Estimate a Remaining.
  - Úloha musí odkazovať na User Story, pod ktorým sa nachádza.

### C.3. METODIKA KOMUNIKÁCIE

#### Dedikácia

Metodika opisuje dohodnuté spôsoby komunikácie, ktoré zaužívame v tíme 16 Radiant.

#### Komunikačné nástroje

V našom tíme používame komunikačný nástroj Slack a Discord, každý člen tímu by mal byť pripojený na Slacku alebo Discorde vždy keď to je možné, ideálne mať nainštalovaný Slack alebo Discord aj v mobile, aby členovia tímu boli rýchlo dosiahnuteľní. V komunikačnom nástroji Slack náš tím používa niekoľko komunikačných kanálov pre potreby komunikácie v tíme. Počas stretnutia sme napojení na spoločnom konferenčnom hovore na komunikačnom nástroji Discord.

Aktuálne komunikačné kanály sú:

- **general** - všeobecný kanál na riešenie rôznych problémov ohľadom tímu
- **stretnutie** - tento komunikačný kanál sa používa na komunikáciu tímu počas stretnutia
- **tfs** - tu dostávame všetky notifikácie z TFS
- **status-report** - Každý večer medzi 20:00 a 24:00 do tohto komunikačného kanálu napíšu povinne všetci členovia status report čo za aktuálny deň spravili alebo alternatívne stačí svoj postup za deň oddiskutovať na Discorde s ostatnými členmi tímu. Prostredníctvom tohto reportu dávajú členovia tímu najavo ostatným členom na čom aktuálne pracujú a taktiež to slúži ako spätná väzba pre Scrum Mastera.
- **tp-cup** - komunikačný kanál, ktorý slúži výhradne pre TP Cup.

#### Spoločný email:

Okrem Slacku a Discordu používame spoločný e-mail, ku ktorému ma každý člen tímu prístup:

[tp16.radiant@gmail.com](mailto:tp16.radiant@gmail.com)

Vo výnimočných situáciách každý člen tímu má k dispozícii telefónny kontakt na každého člena tímu.

#### Komunikácia s product ownerom

S product ownerom komunikujeme cez nasledovné spôsoby:

- Počas stretnutia cez Google Meet.
- Slack
- E-mail - V prípade dôležitých e-mailov, ktoré nie sú priamo adresované product ownerovi, tak je zaužívané pridávať product ownera do CC.

## C.4. METODIKA VERZOVANIA

### Dedikácia

Metodika opisuje zásady a postupy verziovania, ktoré sú zaužívané v tíme 16 Radiant.

### Zaužívané pojmy

Zdrojový kód a komentáre musia byť napísané v anglickom jazyku, ostatné jazyky sú zakázané.

- Commit - zmeny v repozitári
- Branch - samostatná vetva projektu, ktorá umožňuje paralelnú prácu v tíme
- Push - nahratie zmien z lokálneho repozitára do vzdialeného
- Pull - stiahnutie zmien do lokálneho repozitára zo vzdialeného
- Merge - spája dve alebo viacero úprav z vetiev do jednej

### Repozitár

Náš tím má vytvorený vlastný repozitár na prácu na tímovom projekte, k tomuto repozitáru majú prístup všetci členovia tímu. Repozitár nášho tímu je súkromný a na jeho prístup je potrebné povolenie od správcu.

### Branch

V našom tíme pri práci rozlišujeme dva hlavné druhy vetiev a to master a development.

Vetva master predstavuje hlavnú vetvu projektu, z tejto vetvy vznikajú ďalšie vetvy, ktoré obsahujú ďalšie funkčné časti projektu. Táto vetva musí byť vždy aktuálna a všetky jej pridané časti musia byť stabilné a funkčné, čiže do master vetvy sa môže pridávať iba funkčný, stabilný a otestovaný kód.

Vetva development predstavuje rozpracovanú vetvu projektu na ktorej sa aktuálne pracuje, táto vetva sa neustále mení, spravidla sa upravuje, spústa a testuje lokálne. V určitých momentoch sa vetva development pridáva do master vetvy, spravidla to je na konci šprintu. Pri takomto pridávaní do master vetvy, musí byť vetva plne funkčná, otestovaná a prejdená code review. Development vetva pri pridávaní do master vetvy nemôže obsahovať bugy a musí byť stabilná.

Členovia nášho tímu si môžu z development vetvy vytvárať ďalšie menšie vetvy, ktoré umožňujú paralelnú prácu na úlohách, tieto menšie vetvy predstavujú prácu na User Story. Poznámka: pred prácou je potrebné sa uistiť, že sa pracuje s aktuálnou verzou vetvy, v prípade, že nie je aktuálna, je potrebné ju aktualizovať.

**Pomenovanie vetiev:** náš tím sa riadi podľa konvencie gitflow, čiže názov vetvy dodržiava nasledovný formát: [vetva]/[názov]

Označenie vetiev môže byť:

- feature - časť produktu
- release - nasadenie otestovanej časti produktu
- hotfix - oprava chybnej časti kódu

### Commit správy

Pri písaní správ pre commity je potrebné aby boli efektívne, čiže aby zahŕňali informačnú hodnotu a aby bolo z nej jasné čo daný commit robí. Je potrebné aby každý člen tímu pri písaní commit správ sa snažil aby správa bola stručná a aby vystihovala príslušné zmeny.

Preto je potrebné dodržiavať nasledovné pravidlá:

- Správa musí mať maximálne 50 znakov, v prípade jej prekročenia je potrebné commit rozdeliť.
- Správa začína veľkým písmenom.
- Pre ukončenie správ sa na konci nepíše bodka.
- Správa musí byť napísaná v slovenskom jazyku.

Príklad dobrej správy: “Oprava chyby pri vkladaní súčiastok do gridu”

Príklad zlej správy: “opravil som nejaké chyby”

### **Mergovanie vetiev**

Pri spájaní vetiev je potrebné sa riadiť nasledujúcimi pravidlami:

- Člen tímu, ktorý ide spájať vetvy sa musí najprv uistiť, že sa nachádza vo vetve, ktorú ide spájať.
- Kód v danej vetve sa ešte raz skompiluje a uistí, že funguje správne
- V prípade, že sa nájdu nejaké problémy alebo chyby počas testovania, je potrebné túto chybu nahlásiť členovi tímu, ktorý na danej vetve pracoval a čo najrýchlejšie ju opraviť, bez opravy nemôžu sa vetvy spojiť.
- Po spojení je potrebné vyriešiť prípadne vzniknuté konflikty.

## PRÍLOHA D. ZÁPISNICE

---

*Autor prílohy: Patrik Tománek*

### D.1. ZÁPISNICA Č.1 (12.10.)

#### Zhrnutie Stretnutia

1. Diskusia ohľadom výberu simulátora pre praktické laboratórium
2. Prvotné napĺňanie backlogu
3. Tvorba a spustenie prvého šprintu

#### Poznámky zo stretnutia

- Prvotné zoznamovanie sa so Scrum Poker, diskusia pri odhadovaní zložitosti jednotlivých User Tasks.
- Vypracovanie analýzy nájdených druhov simulácií so zameraním na elektrické, resp. logické obvody, primárne preC# knižnice. Následne spísanie dokumentu s opísaním daného simulátora, uvedenie jeho výhod, resp. nevýhod.
- Vybranú simuláciu integrovať do Unity, vypracovanie jednoduchého príkladu s príslušným výstupom.
- Používať LTS verziu Unity (2019.4.12f).
- Vytvorenie webového sídla
  - Názov projektu a príslušný opis
  - Zoznam členov a ich roly
  - Počiatočné zameranie projektu
  - Vloženie zápisnice do dokumentového sídla

### D.2. ZÁPISNICA Č.2 (19.10.)

#### Zhrnutie Stretnutia

1. Diskusia ohľadom jednotlivých úloh v šprinte
2. Analýza doposiaľ nájdených simulácií na elektrické, resp. logické obvody Viktorom a Erikom

#### Poznámky zo stretnutia

- Vytvoriť certifikát na HTTPS pomocou <https://zeross.com/>
  - Pridanie certifikátu na našu stránku pomocou HTTP File upload metódy
- Analýza nájdených simulácií
  - <https://github.com/SpiceSharp> - otestovať (veľká priorita)
  - <https://github.com/diegocastagne/VR> – otestovať (stredná priorita)
  - <https://m.scrip.org/papers/87762> – otestovať (malá priorita)
  - <https://github.com/npvinhphat/SnapSim> - netestovať
  - <https://www.codeproject.com/Articles/24577/Circuit-Engine> - netestovať
  - <http://liblcs.sourceforge.net/> - netestovať
  - <https://github.com/Devoney/LogicCircuit> - netestovať
  - <https://github.com/PhoenixGameStudios/DangrLib> - netestovať
- Špecifikácie písania dokumentu analyzovaných simulácií



- Vypísať výhody a nevýhody (rozsah a zrozumiteľnosť poskytnutej dokumentácie, poskytnuté príklady použitia, aktuálnosť simulácie)
- Zameriavať sa na čo najaktuálnejšie riešenia, ideálne nech je ich repozitár udržiavaný
- Najväčší potenciál: SpiceSharp
- Implementovať viacero simulácií do Unity (integrovanie základného príkladu použitia každej simulácie), minimálne implementovať SpiceSharp

### D.3. ZÁPISNICA Č.3 (26.10.)

#### Zhrnutie Stretnutia

1. Rekapitulácia šprintu
2. Retrospektíva šprintu
3. Tvorba nového šprintu
4. Rozdelenie úloh v šprinte
5. Napísať prihlášku pre TP Cup

#### Poznámky zo stretnutia

- Odstrániť NuGet package zUnity a pridať do projektu SpiceSharppomocou dll súborov
- Upraviť hlavný text na stránke
- Pripraviť nástroj na komunikáciu v tíme integráciou TFS
- Nájsť 3D modely pre elektrické/logické obvody
  - **Priorita!** (dokončiť do prvej polovice šprintu)
  - Dávať pozor na počet polygónov (zdokumentovať ich počet), sústrediť sa na low-poly modely
  - Prehľadávať 3D modely na
    - CGTrader
    - Unity Asset Store
    - TurboSquid
  - Rozdeliť modely do kategórií (grid, káblové, ...)
  - Hľadať breadboardové aj blokové modely, môžu sa kombinovať
  - Otestovanie textúr v Unity, snaha zísť možné problémy (polycount, priesvitnosť textúr, zlé tieň, ...)
- Analyzovať existujúce riešenia z praxe
  - Porovnať výhody/nevýhodyčo sa týka implementácie do VR prostredia
  - Circuit Blox, Physics Blocks, Tactile IQube, a ďalšie
- Vytvoriť návrh potencionálnych riešení
  - Spísať viaceré možnosti, zamyslieť sa nad nimi, spísať ich výhody/nevýhody
    - Grid/Breadboard
    - STEM/blocks
  - Závislé od analýzy a modelov, ktoré nájdeme
- Rozhodnúť presný cieľ práce
  - Široký prototyp (napr. VR nadstavba SpiceSharpu)
  - Špecifický prípad (Breadboard s modelmi áut)

## D.4. ZÁPISNICA Č.4 (2.11.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Diskusia ohľadom jednotlivých úloh v šprinte
2. Diskusia ohľadom implementácie breadboardu alebo grid/blokov.

### Poznámky zo stretnutia

- Otestovať zadarmo dostupné modely elektrických súčiastok, breadboardu a grid/blokov v Unity
  - Analýza použiteľnosti textúr v projekte
- Nenašli sa žiadne postačujúce modely grid/blokov, budeme si ich musieť vytvoriť
- Momentálne je preferencia na grid/bloky namiesto integrácie breadboardu
- Pri analýze dbať aj na náročnosť riešenia, preferencia je vytvoriť projekt, ktorý je možné použiť vo výučbe na základných školách
- Vytvoriť jednoduché nákresy potencionálnych riešení

## D.5. ZÁPISNICA Č.5 (9.11.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Rekapitulácia šprintu
2. Retrospektíva šprintu
3. Tvorba nového šprintu
4. Rozdelenie úloh v šprinte

### Poznámky zo stretnutia

- Napísať pre obidva návrhy riešení (grid, breadboard) ich spôsob realizácie pomocou SpiceSharp knižnice
  - Poriadne premyslieť celý proces logiky
  - Naviazať obrázok návrhu spolu s príslušnou ukážkou kódu (stačí uviesť príklad jednoduchej žiarovky)
  - Zdokumentovať celý proces od tvorby elektrického obvodu v grid/breadboard zapojení až po vygenerovanie kódu pre príslušný obvod
- Breadboard je záložné riešenie, prioritou sa stáva grid
  - Potrebne premyslieť, či budú uzly dané kockou alebo mriežkou
- Implementácia konštrukcie obvodu v gride
  - Controller agnostic
  - Vytvorenie mriežky, ktorá detekuje kolízie s vkladacími blokmi
  - Zarovnať rotáciu súčiastok iba na 1 osi pri vkladaní do mriežky
  - Vytvoriť Grabber
    - Pozícia určená myšou (použiť raycast)
    - Zvýrazniť, ktorý objekt bude zodvihnutý
    - Zvýrazniť, na ktorú pozíciu bude objekt vložený do mriežky
- Zozbierať všetky možné použiteľné súčiastky, ktoré sú podporované SpiceSharpom, vybrať všetky tie, ktoré budeme potrebovať v našom projekte
- Vytvoriť modely kociek
  - Vytvoriť všetky spojovacie kocky (priama, štvoritá, križovatka, atď.)
  - Vytvoriť všetky tie, ktoré sme si vybrali na základe analýzy SpiceSharp knižnice

## D.6. ZÁPISNICA Č.6 (16.11.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Diskusia ohľadom jednotlivých úloh v šprinte
2. Diskusia ohľadom vytvorenia SpiceSharp výstupu na základe gridu

### Poznámky zo stretnutia

- Pridať modely pre voltmeter a ampérmeter
- Uvedenie parametrov pre súčiastky v gride
  - Vypísať parametre pomocou UI vo forme kontextového menu
- Ako VR avatary budeme používať <https://readyplayer.me/>
- Ako VR framework budeme používať <https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/vrinteraction-framework-161066>
- Možnosť jednoduchšej tvorby 3D modelov pomocou <https://www.tinkercad.com/>, ale môžeme zostať aj pri práci v Blender
- Vytvoriť aj návrh transformácie súčiastok v gride do kódu, ktorý je kompatibilný s SpiceSharp knižnicou

## D.7. ZÁPISNICA Č.7 (23.11.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Rekapitulácia šprintu
2. Retrospektíva šprintu
3. Tvorba nového šprintu
4. Rozdelenie úloh v šprinte

### Poznámky zo stretnutia

- V 3. šprinte sme mali za úlohu vytvoriť modely kociek pre naše elektrické súčiastky. V tomto šprinte sme dostali za úlohu tieto modely rozšíriť o ďalšie typy
  - Vytvorenie mosfet diódy pre porovnanie do breadboardu
  - Zmeniť textúry na súčasne vytvorených modelov, za účelom lepšej viditeľnosti vo VR prostredí
- Vytvoriť demo so SpiceSharp
  - Vytvoriť skript, ktorý mení parametre elektrického obvodu v runtime
  - Vyhodnotenie časových analýz
    - Meranie času statickej analýzy – pri každej zmene elektrického obvodu sa tento obvod vypne a znovu zapne
    - Meranie času transient analýzy – pri každej zmene elektrického obvodu sa automaticky prepočíta obvod bez jeho vypnutia
  - Vytvoriť vlastnú súčiastku
    - V projekte budeme takisto potrebovať súčiastky, ktoré nie sú podporované SpiceSharp knižnicou
    - Vytvoriť vodič ako rozšírenie rezistoru
- Vytvoriť scénu vo VR Interaction Framework

- <https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/vr-interaction-framework-161066>
- Implementovať do scény objekty z tohto frameworku
- Vytvoriť interakciu s objektami
  - Grabber
  - Snapping
- Porovnať snapping z VR Interaction Frameworku s tým, ktorý sme si sami vytvorili
  - Otestovať ich použiteľnosť
  - Vybrať ten, ktorý je pre náš projekt vhodnejší
- Implementovať VR emuláciu z VR Interaction Framework
  - Zabezpečiť funkčnosť aj za použitia klávesnice a myši

## D.8. ZÁPISNICA Č.8 (30.11.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Diskusia ohľadom jednotlivých úloh v šprinte
2. Diskusia ohľadom tvorby SpiceSharp dema
3. Diskusia ohľadom VR Interaction Framework

### Poznámky zo stretnutia

- Jedna z úloh v 4. šprinte je vytvorenie vylepšených reliéfových modelov, ktorá bola do prvej polovice hotová a ukázaná nášmu Product Ownerovi, s ktorým sme sa dohodli o ukončení tohto smeru vývoja, pričom budeme pokračovať v smere tvorby 3D modelov
- Pri tvorbe SpiceSharp dema sme doposiaľ vytvorené demo testovali iba v rámci prostredia Visual Studio, kde nás Product Owner nasmeroval na riziko vzniku rôznych problémov pri implementácii tohto dema do Unity
  - Lepšie je hneď testovať SpiceSharp funkčnosť v rámci Unity, aby sa čo najskôr odhalili možné chyby kým nebude neskoro
  - V prípade zistenia fatálnych chýb je dôležité hľadať novú knižnicu pre simuláciu elektrických obvodov
- Pre VR Interaction Framework sme sa dohodli o vytvorení vlastnej scény v Unity, v ktorej sa budú nachádzať rôzne objekty z tohto frameworku
  - Otestovať funkčnosť emulátora obsiahnutého vo frameworku
  - Naviazať na tento emulátor náš vlastný skript pre desktop riešenie, ktorý obsahuje raycast funkčnosť

## D.9. ZÁPISNICA Č.9 (7.12.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Rekapitulácia šprintu
2. Retrospektíva šprintu
3. Tvorba nového šprintu
4. Rozdelenie úloh v šprinte

### Poznámky zo stretnutia

- Počas rekapitulácií 3. šprintu, konkrétne úlohy, ktorá sa týkala vytvorenia SpiceSharp dema v Unity, sme dostali pár usmernení, na ktorých budeme pracovať ďalej
- Zistilo sa, že tvorba nových komponentov je náročnejšia než sme zo začiatku očakávali
  - Je potrebné bližšie pochopiť jadro SpiceSharp, konkrétne funkcionality matíc a matematického modelu
- Máme pokračovať s integráciou VR Interaction Framework do nášho projektu.
  - Vytvoriť rozšírenie pre snap zones od VR Interaction Framework potrebné pre náš projekt
  - Integrovať naše vytvorené modely, aby boli kompatibilné s VR Interaction Framework
  - Prvotná integrácia inputov a outputov uzlov grid boardu
    - Rozmyslieť si akú logiku budeme používať
    - Z začať implementovať vybranú logiku do nášho prototypu
- Ďalej máme analyzovať synchronizačné frameworky pre náš projekt, ktorí bude kolaboratívny. Okrem synchronizácie pohybu je takisto potrebná aj implementácia voice chatu.
  - Photon Bolt
  - SmartFox Server
  - Realtime Cloud
  - PUN2
  - Vyhodnotenie analýz

## D.10. ZÁPISNICA Č.10 (14.12.)

### Zhrnutie Stretnutia

1. Rekapitulácia šprintu
2. Retrospektíva šprintu

### Poznámky zo stretnutia

- Všetky úlohy boli riadne dokončené
- Jednalo sa o posledný šprint zimného semestra, takže sme nový šprint nezačínali.

## PRÍLOHA E. EXPORT EVIDENCIE ÚLOH

Autor prílohy: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek

### E.1. EXPORT ÚLOH K ŠPRINTU 1

| D                     | Title                                               | Work Item Type | State  | Description                                                                                                                                                                                                  | Story Points | Iteration Path | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15604</a> | Vytvorenie webového sidla                           | User Story     | Closed | Vytvorenie webového sidla * zapisnica * nazov projektu + popis * zoznam clenov timu + roly * na co sme sa na zaciatok projektu zamerali                                                                      | 13           | Radiant\Apple  |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15609</a> | Spojzdenie serveru cez virtualne stroje             | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15610</a> | Nasadenie sablony                                   | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Apple  | 2                 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15611</a> | Naplnenie obsahu stránky                            | Task           | Closed | Na stránke by mali byť aj obrázky                                                                                                                                                                            |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15603</a> | Analyza simulatorov pre logické a elektrické obvody | User Story     | Closed | prioritne csharp libraries keď sa nenajdu tak aj iné jazyky Treba spísať aj dokument, vždy linka, popis, sample, výhody/nevýhody. Všetko pôjde do výsledného dokumentu. Ideálne nuget package * circuit blox | 8            | Radiant\Apple  |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15605</a> | Analyza simulatorov pre logické obvody              | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Apple  | 4                 | Bc. Viktor Beňo    |

|                       |                                           |                   |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |               |   |                    |
|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------|---|--------------------|
| <a href="#">15606</a> | Analyza simulatorov pre elektrické obvody | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | Radiant\Apple | 4 | Bc. Erik Paľa      |
| <a href="#">15607</a> | <b>Prva integrácia v Unity</b>            | <b>User Story</b> | Closed | Integrovanie vybranej knižnice na logické/elektrické obvody do Unity<br>Rozchodenie sample Napríklad jednoduchý obvod, a program vypíše voltage v bode ("meram napätie medzi X Y) Verzia LTS Release 2019.4.12f1<br>Released: 7 October 2020 <a href="https://unity3d.com/unity/qa/lts-releases">https://unity3d.com/unity/qa/lts-releases</a> | 5 | Radiant\Apple |   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15608</a> | Prva integrácia v Unity                   | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | Radiant\Apple | 8 | Bc. Ľubomír Kurčák |

## E.2. EXPORT ÚLOH K ŠPRINTU 2

| ID                    | Title                                             | Work Item Type | State  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Story Points | Iteration Path | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|---------------------------------------------------|----------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15676</a> | Napísať prihlasku do TPCup                        | User Story     | Closed | prvotný návrh, nie je to záväzne kontakt na tím                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2            | Radiant\Banana |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15677</a> | Spísať základný koncept                           | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Banana | 1                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15678</a> | Finalizácia a odoslanie prihlasky                 | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Banana | 1                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15674</a> | Nastroj na komunikáciu v time                     | User Story     | Closed | Slack/Discord integrácia na TFS pridať zákazníka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3            | Radiant\Banana |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15679</a> | Vybrať nástroj na tímovú komunikáciu              | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Banana | 1                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15680</a> | Vytvoriť integráciu s TFS                         | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Banana | 2                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15698</a> | Otestovanie prepojenia na TFS                     | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Radiant\Banana |                   | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15612</a> | Hľadanie 3D modelov pre elektrické/logické obvody | User Story     | Closed | treba napísať polycount (prísny limit polygonov (limit 100 000 tris/vertices)) * dobre vyhľadať low-poly treba vybrať čo najskôr aby sa stihli kúpiť/zistiť či sú vhodné * CGTrader * Unity Asset Store * Turbo Squid * <a href="https://www.cgtrader.com/3d-models/science/medical/lab-props">https://www.cgtrader.com/3d-models/science/medical/lab-props</a> * <a href="https://www.cgtrader.com/3dmodels/electronics/computer/electronic-components-6aa15bc8-b166-4f6d-b9af-c5768d645c01">https://www.cgtrader.com/3dmodels/electronics/computer/electronic-components-6aa15bc8-b166-4f6d-b9af-c5768d645c01</a> * breadboard example: <a href="https://www.cgtrader.com/3d-models/science/laboratory/electrical-project-board">https://www.cgtrader.com/3d-models/science/laboratory/electrical-project-board</a> * káble v breadboard unity example: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=YYrLBzmFEjE">https://www.youtube.com/watch?v=YYrLBzmFEjE</a> rozdeliť do kategórií, | 8            | Radiant\Banana |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |



|                       |                                                         |                   |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                |   |                    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------|---|--------------------|
|                       |                                                         |                   |        | naparovať na existujúce Papers: * <a href="https://cecas.clemson.edu/hcsl/wp-content/uploads/2016/04/Interactive-Breadboard-Activity-Simulation.pdf">https://cecas.clemson.edu/hcsl/wp-content/uploads/2016/04/Interactive-Breadboard-Activity-Simulation.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |                |   |                    |
| <a href="#">15681</a> | Hľadanie modelov pre Breadboard                         | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | Radiant\Banana | 4 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15682</a> | Hľadanie modelov pre grid/bloky                         | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | Radiant\Banana | 4 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15686</a> | Otestovať modely v Unity                                | Task              | Closed | poly count textury/priesvitnosť tieň najst hociže chyby                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   | Radiant\Banana | 3 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15672</a> | <b>Analýza existujúcich riešení z praxe (fyzických)</b> | <b>User Story</b> | Closed | Treba porovnať výhody/nevýhody Napr. Grid ľahší na implementáciu * Circuit Blox * Physics Blocks * Tactile IQube <a href="https://www.tactiles.io/">https://www.tactiles.io/</a> * <a href="https://www.amazon.com/Teenii-Electricity-Experiment-Electromagnetism-Electronics/dp/B075KPZM5N">https://www.amazon.com/Teenii-Electricity-Experiment-Electromagnetism-Electronics/dp/B075KPZM5N</a> * <a href="https://www.amazon.co.uk/Snap-Circuits-SC-110-Electronics-Exploration/dp/B07VPDWXST/ref=pd_sbs_21_7?encoding=UTF8&amp;pd_rd_i=B07VPDWXST&amp;pd_rd_r=0678aa0c-03ea-4474-b18a-ae049869928b&amp;pd_rd_w=HB9RC&amp;pd_rd_wg=YxFvn&amp;pf_rd_p=b9bf232d-9a8a-4c7d-aa9d-641c0995d3a2&amp;pf_rd_r=N6EREKB257TVMAZF86MB&amp;psc=1&amp;refRID=N6EREKB257TVMAZF86MB">https://www.amazon.co.uk/Snap-Circuits-SC-110-Electronics-Exploration/dp/B07VPDWXST/ref=pd_sbs_21_7?encoding=UTF8&amp;pd_rd_i=B07VPDWXST&amp;pd_rd_r=0678aa0c-03ea-4474-b18a-ae049869928b&amp;pd_rd_w=HB9RC&amp;pd_rd_wg=YxFvn&amp;pf_rd_p=b9bf232d-9a8a-4c7d-aa9d-641c0995d3a2&amp;pf_rd_r=N6EREKB257TVMAZF86MB&amp;psc=1&amp;refRID=N6EREKB257TVMAZF86MB</a> * ... treba ešte pogoogliti | 5 | Radiant\Banana |   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15683</a> | Vyhľadanie riešení                                      | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | Radiant\Banana | 2 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15684</a> | Analýza grid riešení                                    | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | Radiant\Banana | 2 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15685</a> | Analýza breadboard riešení                              | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   | Radiant\Banana | 2 | Bc. Erik Paľa      |
| <a href="#">15673</a> | <b>Navrh potencionálnych riešení</b>                    | <b>User Story</b> | Closed | Grid/Breadboard STEM/Blocks závisí od analýzy/modelov, kt. najdeme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8 | Radiant\Banana |   | Bc. Ľubomír Kurčák |

|                       |                           |      |        |  |  |                |   |                 |
|-----------------------|---------------------------|------|--------|--|--|----------------|---|-----------------|
| <a href="#">15687</a> | Navrh blokoveho riesenia  | Task | Closed |  |  | Radiant\Banana | 3 | Bc. Viktor Beňo |
| <a href="#">15688</a> | Navrh breadboard riesenia | Task | Closed |  |  | Radiant\Banana | 3 | Bc. Erik Paľa   |

### E.3. EXPORT ÚLOH K ŠPRINTU 3

| ID                    | Title                                     | Work Item Type | State  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Story Points | Iteration Path    | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|-------------------------------------------|----------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15728</a> | <b>Vytvorit modely kociek</b>             | User Story     | Closed | Minimalne: * vsetky spojovacie kocky (priama, stvorita krizovatka, etc) * na zaklade zvolenych kociek vytvorit dalsie modely                                                                                                                                                                                                                                                                 | 13           | Radiant\Cranberry |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15734</a> | Vytvorenie reliefových modelov            | Task           | Closed | 3D mesh relief                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              | Radiant\Cranberry | 4                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15735</a> | Vytvorenie texturovaných modelov          | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Cranberry | 2                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15736</a> | Vytvorenie modelov s 3D modelmi súčiastok | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Cranberry | 8                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15727</a> | <b>Navrhnut zoznam kociek</b>             | User Story     | Closed | pozriet si ake veci su podporovane v spice: * diody * kable? * baterka * ziarovka * etc                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5            | Radiant\Cranberry |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15732</a> | Ziskat zoznam podporovaných súčiastiek    | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              | Radiant\Cranberry | 3                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15733</a> | Vyber súčiastiek na implementáciu         | Task           | Closed | k vybraným + voltmeter, ampermeter, meter odporu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              | Radiant\Cranberry | 4                 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15726</a> | <b>Konstrukcia obvodov v gride</b>        | User Story     | Closed | Controller agnostic Mriežka ktorá detekuje kolíziu Zarovnanie rotácie súčiastiek do gridu Grabber - pozícia určená mys + raycast keď je niečo v raji tak to chytím Co grabnut keď kolídujú dve (najrozumnejšie asi podľa vzdialenosti) Snapovanie podľa rotácie, pozície v gride Check/highlight, ktorý objekt, pozícia v mriežke je najbližšie Rotácia (zatiaľ) v 2D (keď to je na mriežke) | 15           | Radiant\Cranberry |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |

|                       |                                        |                   |        |                                                                                                            |    |                   |   |                    |
|-----------------------|----------------------------------------|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|---|--------------------|
| <a href="#">15729</a> | Mriezka ktora detekuje koliziu         | Task              | Closed | rovnomerne ;D                                                                                              |    | Radiant\Cranberry | 8 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15730</a> | Grabber                                | Task              | Closed | controller agnostic pozicia raycast sposob vyberania objektov Rotacia (zatiaľ) v 2D (ked to je na mriezke) |    | Radiant\Cranberry | 6 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15731</a> | Highlightovanie a ICP                  | Task              | Closed |                                                                                                            |    | Radiant\Cranberry | 2 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15723</a> | <b>Navrh realizacie pre SpiceSharp</b> | <b>User Story</b> | Closed | Pekne casti, samplý - obrazok, premyslený proces, zloženie v gride až po vygenerovanie kodu                | 11 | Radiant\Cranberry |   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15724</a> | Opisat postup pre breadboard           | Task              | Closed | Treba opisat jednoduchý obvod, napríklad so žiarovkou                                                      |    | Radiant\Cranberry | 5 | Bc. Erik Paľa      |
| <a href="#">15725</a> | Opisat postup pre blokove riesenie     | Task              | Closed | Treba opisat jednoduchý obvod, napríklad so žiarovkou                                                      |    | Radiant\Cranberry | 5 | Bc. Viktor Beňo    |

#### E.4. EXPORT ÚLOH K ŠPRINTU 4

| ID                    | Title                                                   | Work Item Type | State  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Story Points | Iteration Path | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15763</a> | Vytvorit scenu vo VR Interaction Frameworku             | User Story     | Closed | integracia snapzones, grabberov, etc                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8            | Radiant\Date   |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15769</a> | Vytvorit scenu s objektmi z VR Frameworku               | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 4                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15770</a> | Vytvorit interakcie s objektmi                          | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 4                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15773</a> | Integracia VR emulatorov                                | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 4                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15774</a> | Porovnanie snap zones VR Frameworku a custom snap zones | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 2                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15762</a> | Vytvorit demo so SpiceSharp                             | User Story     | Closed | vytvorit skript, ktory vie menit parametre za behu simulacie transient analysis skontrolovat ako dlho trva vypocet pre staticku/transient analyzu, ziskat cas (trvanie) custom models vytvorit build vytvorit vlastnu suciastku - vytvorit vodiac ako extension rezistoru <a href="https://spicesharp.github.io/SpiceSharp/articles/custom_components/custom_mode_ls.html">https://spicesharp.github.io/SpiceSharp/articles/custom_components/custom_mode_ls.html</a> <a href="https://spicesharp.github.io/SpiceSharp/articles/tutorials/changing_parameters/changing_parameters_during_simulation.html">https://spicesharp.github.io/SpiceSharp/articles/tutorials/changing_parameters/changing_parameters_during_simulation.html</a> | 17           | Radiant\Date   |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15765</a> | Zmena parametrov v runtime                              | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 4                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15766</a> | Meranie casu statickej analyzy                          | Task           | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              | Radiant\Date   | 2                 | Tomas Sabo         |

|                       |                                                                                                   |                   |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |              |   |                    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------|---|--------------------|
| <a href="#">15767</a> | Vytvorit vlastnu suctastku                                                                        | Task              | Closed | Spravit novu dll. Vytvorit novy build. Vyskusat v Unity. <a href="https://github.com/SpiceSharp/SpiceSharp/blob/master/SpiceSharpTest/Examples/CustomResistor/NonlinearResistor.cs">https://github.com/SpiceSharp/SpiceSharp/blob/master/SpiceSharpTest/Examples/CustomResistor/NonlinearResistor.cs</a> |   | Radiant\Date | 4 | Bc. Erik Paľa      |
| <a href="#">15768</a> | Meranie casu tranzientnej analyzy                                                                 | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Radiant\Date | 2 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15775</a> | Vyhodnotenie casovych analyz a vytvorenie konecneho navrh u pouzitia simulatora elektrich obvodov | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Radiant\Date | 1 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15761</a> | <b>Rozsirit typy modelov o dalsie suctastky</b>                                                   | <b>User Story</b> | Closed | mosfet dioda, pre porovnanie do breadboardu                                                                                                                                                                                                                                                              | 7 | Radiant\Date |   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15771</a> | Vytvorit rozsirenie 3D modelov                                                                    | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Radiant\Date | 4 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15772</a> | Vytvorit rozsirenie reliefovych modelov                                                           | Task              | Closed |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Radiant\Date | 4 | Bc. Ľubomír Kurčák |

## E.5. EXPORT ÚLOH K ŠPRINTU 5

| ID                    | Title                                       | Work Item Type    | State  | Description                                                                                                           | Story Points | Iteration Path     | Original Estimate | Assigned To        |
|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <a href="#">15764</a> | <b>Analyza synchronizacnych frameworkov</b> | <b>User Story</b> | Closed | photon bolt/PUN2/realtime cloud bolt user friendly smartfox server podpora pre voice chat<br>photon ma photon voice 2 | 8            | Radiant\Elderberry |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15792</a> | Analyza Photon Bolt                         | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 4                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15793</a> | Analyza Smartfox Server                     | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 4                 | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15795</a> | Analyza Realtime Cloud                      | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 4                 | Bc. Viktor Beňo    |
| <a href="#">15796</a> | Vyhodnotenie analýzy                        | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 2                 | Bc. Erik Paľa      |
| <a href="#">15797</a> | Analyza PUN2                                | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 4                 | Tomas Sabo         |
| <a href="#">15788</a> | <b>VR Interaction Framework 2</b>           | <b>User Story</b> | Closed | * snap zones rotation offset * integracia s existujucimi objektami * integracia outputov a inputov (uzly)             | 8            | Radiant\Elderberry |                   | Bc. Ľubomír Kurčák |
| <a href="#">15789</a> | Snap zones rotation offset                  | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 6                 | Bc. Patrik Tománek |
| <a href="#">15790</a> | Integracia s nasimi modelmi el. suciastok   | Task              | Closed |                                                                                                                       |              | Radiant\Elderberry | 3                 | Bc. Patrik Tománek |

|                       |                                              |      |        |  |  |                    |   |                       |
|-----------------------|----------------------------------------------|------|--------|--|--|--------------------|---|-----------------------|
| <a href="#">15791</a> | Outputy inputy<br>uzlov kontrola<br>spojenia | Task | Closed |  |  | Radiant\Elderberry | 5 | Bc. Patrik<br>Tománek |
|-----------------------|----------------------------------------------|------|--------|--|--|--------------------|---|-----------------------|



## PRÍLOHA F. WEBOVÉ SÍDLO PROJEKTU

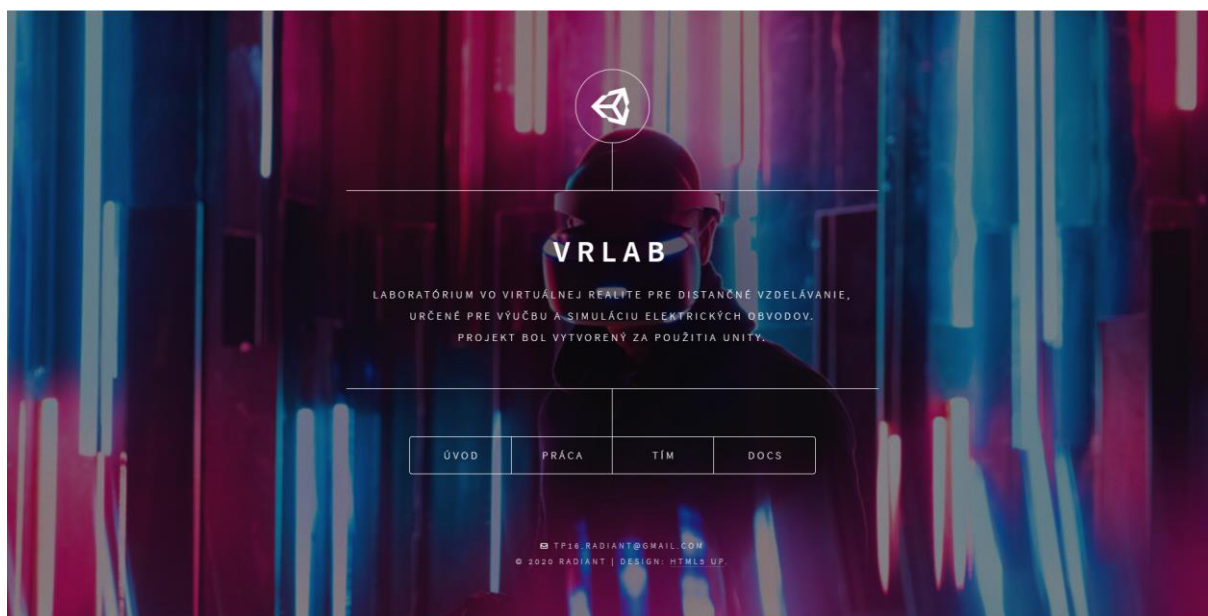
Autor prílohy: Patrik Tománek

Webová stránka nášho tímu sa nachádza na adresách:

- <https://team16-20.studenti.fiit.stuba.sk/>
- <http://labss2.fiit.stuba.sk/TeamProject/2020/team16/>

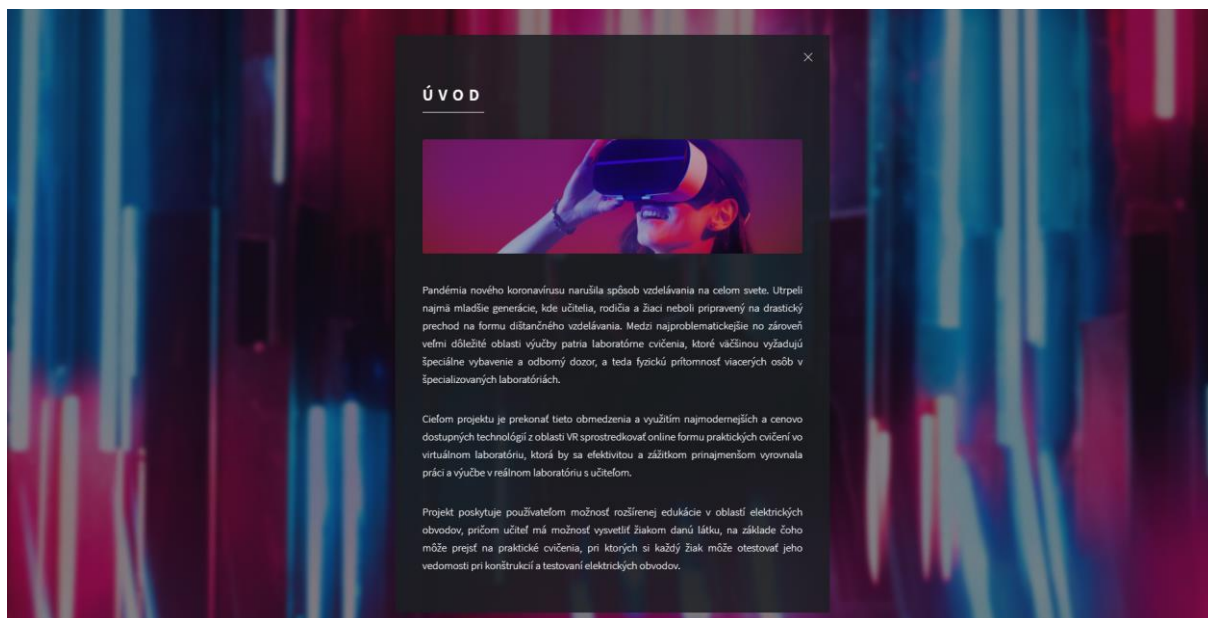
Webová stránka bola vytvorená v 1. šprinte. Pracoval na nej Patrik Tománek. Jedná sa o webstránku, na ktorej sa používateľ naviguje pomocou menu v strede obrazovky.

Na *Obrázok F.1* môžeme vidieť úvodnú stranu nášho webového sídla. Na samotnom spodku stránky sa nachádza kontakt na náš tím ako aj odkaz na voľne dostupné šablóny, s ktorými sme sa pri tvorbe stránky inšpirovali.



*Obrázok F.1 – Úvodná strana*

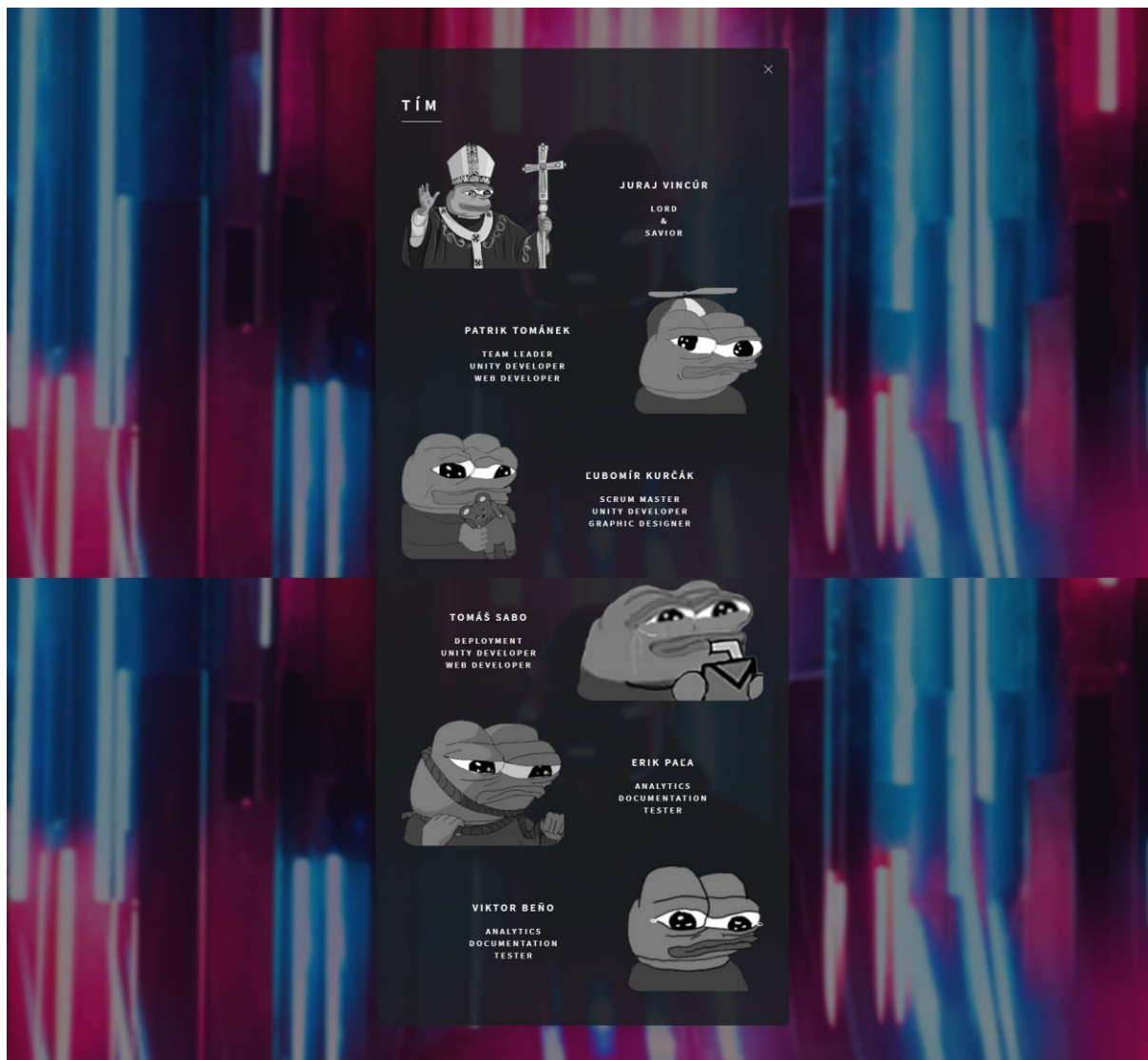
V strede sa nachádza názov projektu spolu s krátkym úvodom, čím sa náš projekt zaoberá. Pod úvodom môžeme vidieť jednotlivé sekcie na našej webovej stránke. Na *Obrázok F.2*, je zobrazený podrobnejší úvod, a teda charakterizácia nášho projektu, spolu s motiváciou, prečo sme sa preň rozhodli. Na *Obrázok F.3*, je uvedená naša stručná dokumentácia práce na projekte. Na *Obrázok F.4*, je výpis členov nášho tímu, na vrchu sa nachádza vedúci nášho projektu a následne ostatní členovia tímu. Ku každému členovi prislúcha obrázok, jeho meno a role. Obrázky členov tímu sa vyfarbia pokiaľ na nich používateľ posunie kurzor. Hlavným obsahom našej stránky sú dokumenty, ktoré sa pravidelne aktualizujú. Na *Obrázok F.5*, môžeme vidieť prvotnú stránku dokumentov, a teda jednotlivé zápisky. Ďalej sa v tejto sekcii nachádzajú aj ostatné dokumenty ako retrospektívy, backlogy a ostatné dokumenty, medzi ktoré patria naše metodiky, analýzy a návrhy a iné.



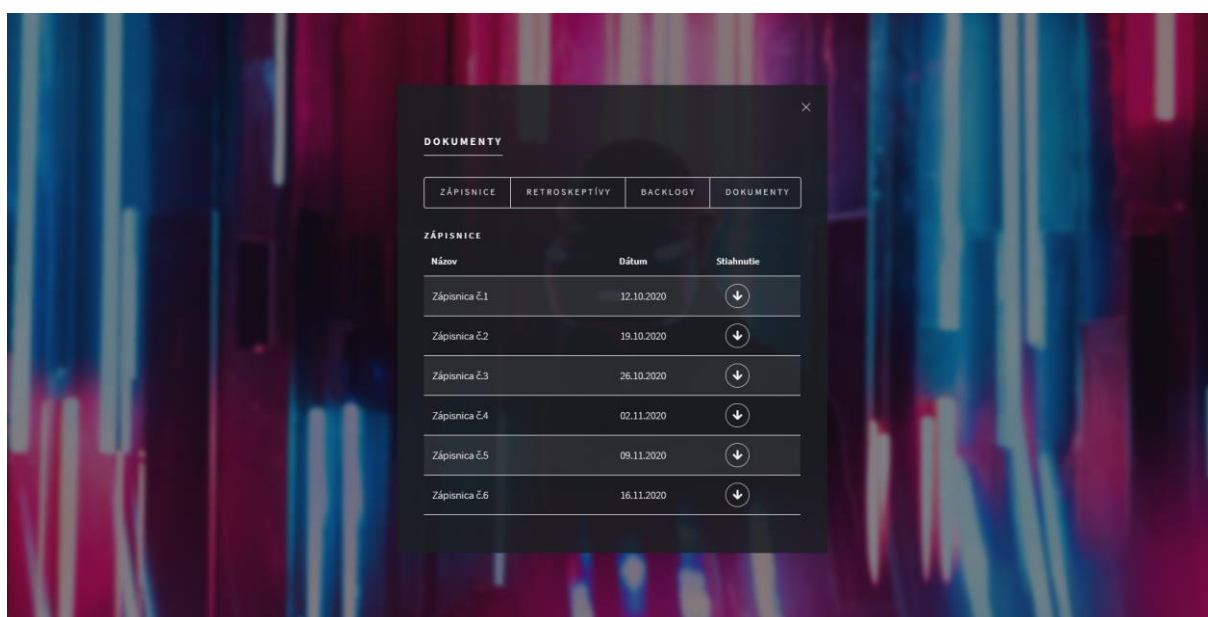
Obrázok F.2 - Charakterizácia a motivácia nášho projektu



Obrázok F.3 - Stručná dokumentácia práce na projekte



Obrázok F.4 - Členovia tímu (Spojenie 2 obrázkov do jedného)



Obrázok F.5 - Dokumentová sekcia stránky



Fakulta informatiky a informačných technológií  
Slovenská technická univerzita

## **VRLab Radiant**

Dokumentácia k inžinierskemu dielu

(1. kontrolný bod)

|                              |                                                                                                |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Akademický rok:</b>       | 2020/2021                                                                                      |
| <b>Pedagogický vedúci:</b>   | Ing. Juraj Vincúr                                                                              |
| <b>Členovia tímu (č.16):</b> | Bc. Patrik Tománek<br>Bc. Ľubomír Kurčák<br>Bc. Tomáš Sabo<br>Bc. Erik Paľa<br>Bc. Viktor Beňo |

# OBSAH

---

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                                       | 4  |
| 1 Globálne ciele pre zimný semester .....                       | 5  |
| 2 Celkový pohľad na systém .....                                | 5  |
| 3 Moduly systému.....                                           | 6  |
| 3.1 Breadboard riešenie .....                                   | 6  |
| 3.1.1 Analýza .....                                             | 6  |
| 3.1.2 Návrh.....                                                | 7  |
| 3.2 Blokové (Grid) riešenie .....                               | 7  |
| 3.2.1 Analýza .....                                             | 7  |
| 3.2.2 Návrh.....                                                | 8  |
| 3.3 Prekladač modelu na obvod pre breadboard riešenie .....     | 10 |
| 3.3.1 Analýza .....                                             | 10 |
| 3.3.2 Návrh.....                                                | 10 |
| 3.4 Prekladač modelu na obvod pre blokové (grid) riešenie ..... | 11 |
| 3.4.1 Analýza .....                                             | 11 |
| 3.4.2 Návrh.....                                                | 12 |
| 3.5 Vyhodnotenie návrhov a riešení .....                        | 14 |
| 3.6 Synchronizačné frameworky.....                              | 14 |
| 3.6.1 Analýza .....                                             | 14 |
| 3.6.2 Porovnanie frameworkov v záujmových kategóriách.....      | 16 |
| 3.6.3 Zhodnotenie .....                                         | 16 |
| 4 Prototypy .....                                               | 17 |
| 4.1 Prototyp modelov súčiastok .....                            | 17 |
| 4.1.1 Analýza .....                                             | 17 |
| 4.1.2 Návrh.....                                                | 17 |
| 4.1.3 Implementácia .....                                       | 19 |
| 4.2 prototyp pre ovládanie a interakciu .....                   | 19 |
| 4.2.1 Analýza .....                                             | 19 |
| 4.2.2 Návrh.....                                                | 20 |
| 4.2.3 Implementácia .....                                       | 21 |
| 4.2.4 Testovanie .....                                          | 23 |
| 4.3 Prototyp pre podporu virtuálnej reality .....               | 23 |
| 4.3.1 Analýza .....                                             | 23 |
| 4.3.2 Návrh.....                                                | 24 |

|             |                                              |    |
|-------------|----------------------------------------------|----|
| 4.3.3       | Implementácia .....                          | 24 |
| 4.3.4       | Testovanie .....                             | 26 |
| Záver ..... |                                              | 28 |
| 1.          | Príloha A. Generovaná technická dokumentácia |    |

# ÚVOD

---

Tento dokument predstavuje dokumentáciu k inžinierskemu dielu projektu v rámci predmetu Tímový projekt. Cieľom nášho projektu je vytvorenie laboratória vo virtuálnej realite pre distančné vzdelávanie, určené pre výučbu a simuláciu elektrických obvodov.

Súčasťou tohto dokumentu je opísanie globálnych cieľov nášho projektu v rámci zimného semestra, celkový pohľad na vytváraný systém, prehľad doposiaľ vytvorených modulov systému a na koniec opis prototypu, ktorý sme vytvorili. Prototyp bol vytvorený v Unity a modely, s ktorými sme pracovali sme si vytvorili v grafickom prostredí Blender.



# 1 GLOBÁLNE CIELE PRE ZIMNÝ SEMESTER

---

*Autor kapitoly: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek*

Za zimný semester by sme chceli vytvoriť jednoduchý funkčný prototyp, ktorý nám napovie ďalší smer vývoja. Cieľom je vytvoriť program, v ktorom bude možné vytvárať elektrické obvody zložené z blokových súčiastok uložených do mriežky. Správanie vytvoreného obvodu bude simulované a výstupy budú použité na ovplyvnenie virtuálneho prostredia, napríklad rozsvietená žiarovka, krútiaci sa moment kolies, a iné.

## 2 CELKOVÝ POHĽAD NA SYSTÉM

---

*Autori kapitoly: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek*

Celkový pohľad na systém sa dá opísať ako kooperatívne virtuálne prostredie, v ktorom používatelia môžu spolu vytvárať simulovaný elektrický obvod a experimentovať a testovať jeho správanie. POUŽÍVATELIA interagujú so skladacou mriežkou, do ktorej vkladajú elektronické súčiastky. Z mriežky so súčiastkami sa následne vygeneruje vstup pre simulátor elektrických obvodov. Tento krok je úmyselne oddelený, čo nám poskytuje nezávislosť od jednotlivých simulátorov, a takisto nám umožňuje jednoduchšiu rozšíriteľnosť pre nové súčiastky. Súčiastky v obvode sa dajú kategorizovať do troch skupín z pohľadu energie; zdroje, ako je napríklad baterka, manipulátory toku, ako rezistory a vodiče a spotrebiče energie, ako napríklad žiarovka, elektrický motor a ďalšie. Výstup zo simulátora nám vráti prúd, napätie a odpor v jednotlivých častiach obvodu, na základe ktorých vieme simulovať jeho správanie v hernej logike a zobrazíť výstupy audiovizuálnou formou. Jednotliví klienti sa podieľajú na tvorbe tohto simulovaného obvodu. Zmeny vo virtuálnom prostredí sú prenášané sieťou, tak aby všetci používatelia zostali synchronizovaní.

Mriežka simulovaného obvodu je dvojrozmerná a má rozmery  $m \times n$ , ktoré sú parametrizovateľné. Je možné uvažovať o rozšírení do troch rozmerov, no túto variantu sme z hľadiska jednoduchosti použitia, tvorby a ladenia obvodu nezvolili. Je potrebné zvoliť také parametre veľkosti, ktoré umožňujú dostatočnú komplexnosť obvodovej logiky na splnenie úloh, či tvorbu zaujímavej funkcionality. Na druhú stranu, čím väčší obvod simulujeme, tým dlhšie budú výpočty trvať, čo môže zapríčiniť nízku obnovovaciu frekvenciu simulácie a zobrazenia a teda stratu interaktivity. Na každú pozíciu v mriežke vieme vložiť jednu súčiastku. Každá zo súčiastok môže byť pripojená ku každej susednej súčiastke v mriežke. Niektoré súčiastky môžu mať viac pripojovacích soketov ako iné. Napríklad súčiastka ako baterka má dva sokety, jeden ktorý predstavuje kladné a druhý záporné napätie. Ďalej napríklad rozvetvenie vodiča predstavuje trojvetvovú križovátku, a teda prislúchajúca súčiastka bude mať 3 sokety. Súčiastky je pri vkladaní možné orientovať do štyroch hlavných smerov mriežky. Jedná sa o rotácie o  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $270^\circ$ . Pri rotáciách sa pozície soketov menia, čím je možné vytvoriť z tej istej pozície prepojenia na iné súčiastky.

Používatelia vložia súčiastky do mriežky, ktoré následne prekladáme na vstup, ktorý vie spracovať simulátor elektrických obvodov. V tomto kroku je potrebné určiť susednosť a prepojenia jednotlivých súčiastok. Tieto informácie sú určené pozíciou a orientáciou súčiastok. Susedné súčiastky, ktoré majú na spoločnej hrane obe voľné sokety považujeme za spojené. Vygenerovaný opis obvodu dáme následne na vstup simulátoru. Výstup simulátoru opäť interpretujeme a použijeme ako výsledok hernej logiky, ktorý graficky vizualizujeme.

Používatelia môžu program ovládať buď pomocou nástrojov virtuálnej reality, alebo klasickou klávesnicou a myšou. Program je navrhnutý aby bol nezávislý od typu vstupu. Voľba predmetu na interakciu je vykonaná pretnutím lúča s najbližším predmetom k začiatku lúča. So zvoleným predmetom môže používateľ voľne manipulovať a umiestniť ho do mriežky. Niektoré súčiastky majú ďalšie funkcie, ktoré je možné ovládať. Používateľ môže náhľadom skontrolovať prúd napätie a odpor v jednotlivých častiach obvodu. Používateľ môže použiť multimeter na merania v ľubovoľných častiach v obvode.

Sieťová komunikácia bude riešená jedným z existujúcich modulov pre Unity engine. Synchronizované budú avatary používateľov, súčiastky v obvode a mimo obvodu, a samotný obvod a jeho vplyv na konečné spotrebiče.

## 3 MODULY SYSTÉMU

---

V tejto kapitole je rozpísaných niekoľko modulov, ktoré sú súčasťou nášho projektu. Každý modul je rozpísaný v samostatnej podkapitole spolu s autorom alebo autormi, ktorí na danom module pracovali.

### 3.1 BREADBOARD RIEŠENIE

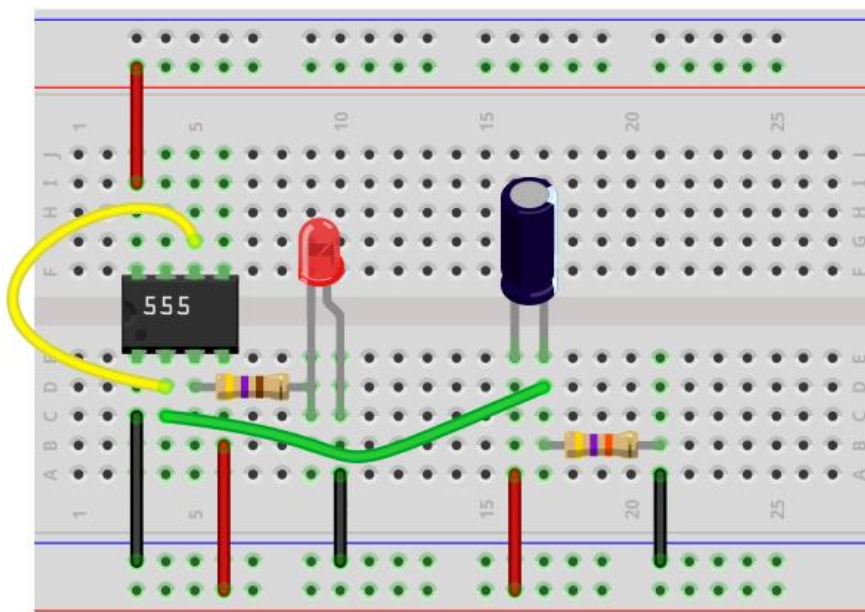
*Autor podkapitoly: Erik Paľa*

#### 3.1.1 Analýza

Riešenie takéhoto typu by predstavovalo simuláciu reálneho zapojenia obvodu v realite. Toto riešenie umožňuje vytvárať komplexné zapojenia, kde používateľ nie je obmedzený počtom komponentov v uzle.

Výhodou tohto riešenia je to, že pre jednotlivé komponenty by boli použité ich reálne obrazy. Ďalšou veľkou výhodou tohto riešenia je taktiež možnosť vyskúšať si zapojenie zo simulátora v realite, kde reálny obvod by bolo možné zapojiť presne podľa zapojenia v simulátore.

Nevýhodou tohto riešenia je to, že v porovnaní s blokovým riešením je pre neskúseného používateľa oveľa zložitejšie na pochopenie. Ďalšou veľkou nevýhodou vysoká náročnosť na zhotovenie riadiacej logiky pre simuláciu takýchto zapojení. V porovnaní s blokovým riešením je nevýhodou aj to, že je potrebné riešiť pozície jednotlivých nožičiek pre každú súčiastku.



Obrázok 1 - Príklad breadboard zapojenia

### 3.1.2 Návrh

Základ tohto riešenia by predstavoval breadboard a pre jednotlivé komponenty by boli použité ich reálne obrazy, príklad breadboard zapojenia môžete vidieť na Obrázok 1

Samotná doska by bola rozdelená na jednotlivé uzly, kde v stredných radoch pinov jeden stĺpec predstavuje jeden uzol a pri vrchných a spodných radoch, ktoré sú oddelené od stredných, jeden riadok reprezentuje jeden uzol. Veľkosti uzlov je možné ľubovoľne zväčšiť tak, že vodičom spojíme 2 samostatné uzly.

Výhodou oproti blokovému riešeniu je, že nie je potrebné riešiť počet nožičiek, ktoré súčiastka má, nakoľko breadboard umožňuje zapojenie komponentov s ľubovoľným počtom nožičiek.

## 3.2 BLOKOVÉ (GRID) RIEŠENIE

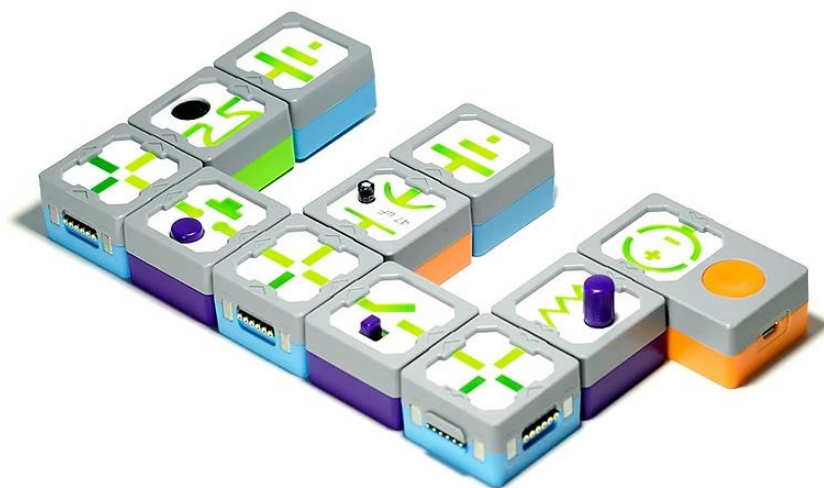
Autor podkapitoly: Viktor Beňo

TIE PODSEKCIE BUDEME ROBIT IBA TIE CO MAME, VYMAZTE TIE, KTORE NEMAME

### 3.2.1 Analýza

Riešenie takéhoto typu by sa podobalo na stavebnice zapájania elektrického obvodu, v ktorom sú el. komponenty kocky (alebo iné vhodné tvary) zapájajúce sa do pripravenej podložky, príklad môžete vidieť na Obrázok 2. Na tejto podložke sú vyznačené miesta, na ktoré sa bloky stavebnice ukladajú a väčšinou sa jedná o mriežku s rozmermi bloku.

Elektrický obvod, zapojený s použitím týchto blokov pôsobí prehľadnejšie a je ľahší na pochopenie. Taktiež by bolo takéto riešenie jednoduchšie na implementáciu, zvlášť ak by boli použité na spájanie diskkrétne bloky rovnakej veľkosti, ktoré sa spájajú magneticky.

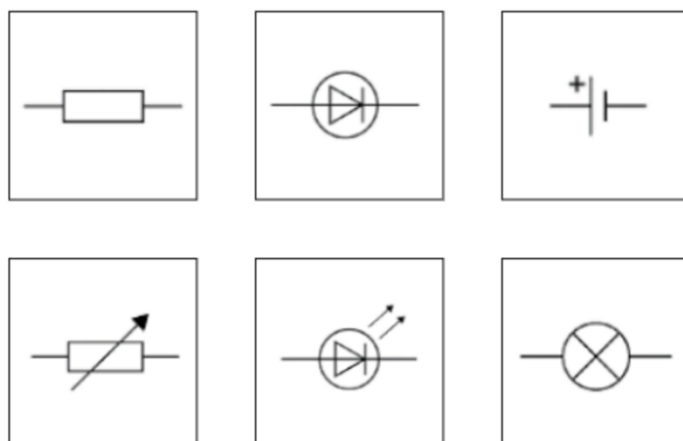


Obrázok 2 - Produkt IQube ako príklad blokového riešenia

### 3.2.2 Návrh

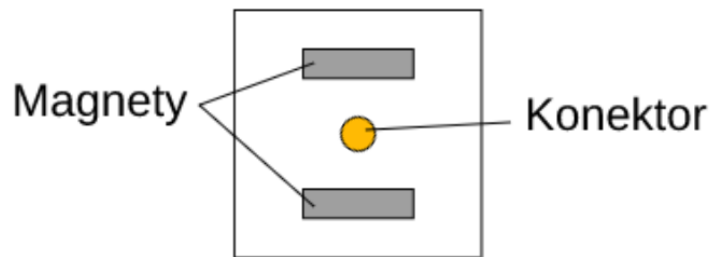
Použité by boli kocky predstavujúce elektrické komponenty ako hlavné stavebné bloky elektrického obvodu. Zapájali by sa do plochej dosky s mriežkovým vzorom pre pravidelné usporiadanie, ktoré bude pôsobiť prehľadne.

Kocky by mali na vrchnej strane znázornené schematické značky elektrických komponentov, ktoré predstavujú. Na Obrázok 3 je pohľad zhora pre šesť kociek elektrických komponentov.



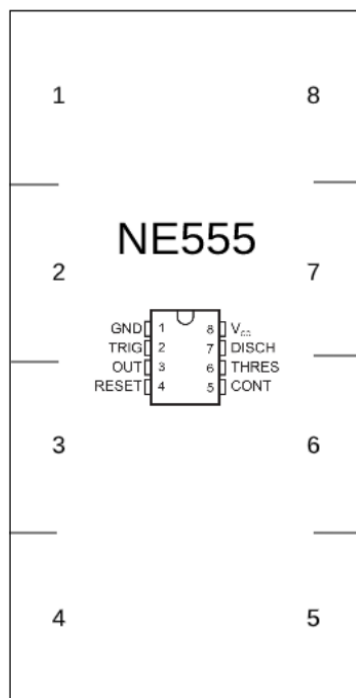
Obrázok 3 - Návrh kociek blokového riešenia pri pohľade zhora

Kocky budú spájané magneticky pre jednoduchšie skladanie obvodov. Na bočných stranách, podľa typu elektrického komponentu, sa budú nachádzať dva magnety pre správne spojenie kociek a potrebný počet konektorov, príklad môžete vidieť na Obrázok 4.



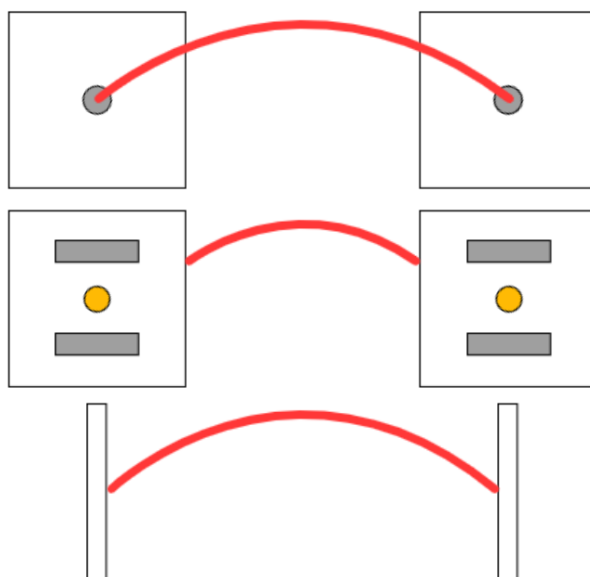
Obrázok 4 - Návrh kocky blokového riešenia pri pohľade z boku

Pri súčiastkach s väčším počtom zapojení je najľahším riešením vytvorenie väčšieho bloku, kde pre každé potrebné zapojenie vstupu alebo výstupu elektrického komponentu bude použitá jedna kocka. Takýto blok, zobrazený na Obrázok 5, sa dá aj redukovať na menší počet kociek, avšak výsledný menší blok môže pôsobiť neprehľadne.



Obrázok 5 - Návrh pre viac blokuvú súčiastku

Kocky by sa mohli prepájať prípadne aj káblami, ktoré by sa tiež pripájali magneticky. Takýto príklad môžete vidieť na Obrázok 6.



Obrázok 6 - Návrh pre káblové prepojenie blokov

### 3.3 PREKLADAČ MODELU NA OBVOD PRE BREADBOARD RIEŠENIE

Autor podkapitoly: Erik Paľa

#### 3.3.1 Analýza

Pri breadboard modeli bude treba riešiť zapojenie komponentov do uzlov. Pri breadboarde sú jednotlivé uzly reprezentované stĺpcami na vnútornej časti dosky a dvoma riadkami pinov na vrchu a na spode dosky.

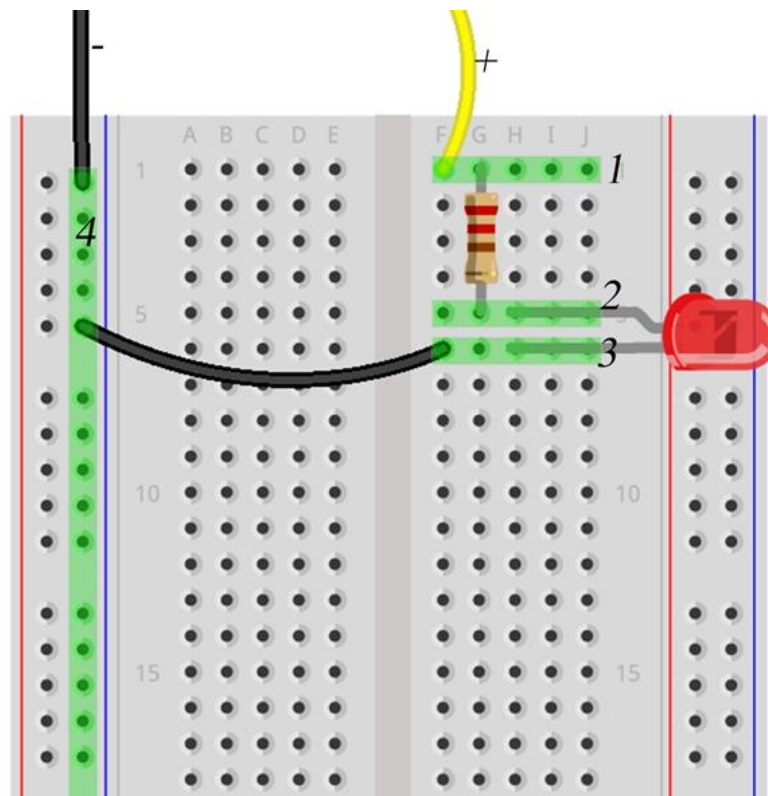
Pre tvorbu samotného obvodu poskytuje *SpiceSharp* triedu *Circuit*, do ktorej sa následne môžu pridávať jednotlivé súčiastky z knižnice. Pri pridávaní komponentov je potrebné nastaviť ich názov, hodnoty, uzly, v ktorých je súčiastka zapojená a prípadne iné parametre.

*SpiceSharp* má implementovanú funkcionality pre vytváranie uzlov (*nodes*), kde ak súčiastky majú uzol so spoločným názvom, považujú sa za spojené.

#### 3.3.2 Návrh

V *SpiceSharp*-e sa súčiastky pripájajú k uzlom označeným ako “nodes”, ktoré sú označené premennou typu *String*. Vzhľadom na to, že pri breadboarde predstavuje pri vnútorných riadkoch pinov každý stĺpec 1 uzol a pri vrchných a spodných dvoch radoch pinov je každý riadok 1 uzol, je potrebné nastaviť jednotlivé piny na doske tak, aby patrili uzlu, ktorý reprezentuje daný stĺpec alebo riadok.

Jednotlivé piny sú reprezentované dvoma hodnotami, kde písmeno reprezentuje riadok a číslo stĺpec v ktorom sa pin nachádza. Uzly je možné reprezentovať samostatnou sadou súradníc, kde sa pre vnútornú sadu už neriešia jednotlivé riadky ale táto časť dosky bude rozdelená len na vrchnú a spodnú polovicu. Čísla stĺpcov zostávajú zachované, nakoľko každý stĺpec predstavuje 1 uzol. Pre správnu funkcionality uzlov je teda potrebné nastaviť, ktoré riadky na doske sú v ktorej polovici a teda do ktorého uzla spadajú.



Obrázok 7 - Jednoduchý elektrický obvod pri breadboard riešení

Na Obrázok 7 môžeme vidieť jednotlivé uzly vyznačené zelenou farbou a označené číslami. Pri zostrojení jednoduchého obvodu, ktorý pozostáva zo zdroja, rezistora a diódy je pri pridávaní jednotlivých komponentov potrebné nastaviť pozíciu ich nožičiek korektne, aby obvod mohol fungovať.

Pri pridávaní rezistora je potrebné nastaviť mu hodnotu odporu, ktorú má v obvode predstavovať a polohu nožičiek, ktoré v tomto konkrétnom prípade sú pre prvú nožičku G1 a pre druhú nožičku G5, kde G1 spadá do prvého uzla a G5 do druhého uzla. Následne pri pridávaní diódy je potrebné dbať na jej otočenie. Pri jej pridaní do obvodu sa nastaví poloha nožičiek, kde prvá nožička (anóda) má súradnice H5 a druhá nožička (katóda) má súradnice H6. Nakoľko rezistor aj dióda majú nožičku v uzle 2 (stĺpec 5), sú považované za prepojené. Zdroj tohto obvodu je pripojený do uzla 1 a uzla 4. Môžeme si všimnúť, že ako bolo skôr v dokumente uvedené, celý spodný riadok predstavuje jeden uzol. Celý obvod sa uzavrie pridaním prepojenia medzi uzlom 3 a uzlom 4.

Pri vytváraní elektrického obvodu na breadboard-e je potrebné ošetriť, aby sa pri nastavovaní súradníc pre nožičky súčiastok nevyskytla situácia, že oba nožičky jednej súčiastky by sa nachádzali v rovnakom uzle.

### 3.4 PREKLADAČ MODELU NA OBVOD PRE BLOKOVÉ (GRID) RIEŠENIE

Autor podkapitoly: Viktor Beňo

#### 3.4.1 Analýza

Pri blokovom modeli bude treba riešiť spájanie blokov ako elektrických komponentov a ich pridanie do výsledného elektrického obvodu, ktorý bude simulovaný v *SpiceSharp*-e. Bloky sa budú dať rotovať takže sa bude musieť riešiť správne zapojenie súčiastok v obvode.

*SpiceSharp* poskytuje triedu *Circuit* pre vytvorenie elektrického obvodu, do ktorej sa následne môžu vkladať jednotlivé elektrické komponenty, ktoré knižnica poskytuje, príklad obvodu môžete vidieť na Obrázok 8. Pri vytváraní elektrických komponentov sa nastavuje ich názov, hodnoty elektrických veličín príslušné komponentu, uzly napojenia komponentu a prípadne iné parametre.

```
// Build the circuit
var ckt = new Circuit(
    new VoltageSource("V1", "in", "0", 1.0),
    new Resistor("R1", "in", "out", 1.0e4),
    new Resistor("R2", "out", "0", 2.0e4)
);
```

Obrázok 8 - Vytvorenie obvodu s tromi el. komponentami v prostredí *SpiceSharp*

*SpiceSharp* rieši spájanie súčiastok v obvode cez uzly (nodes), ktoré má každá súčiastka a predstavujú názov uzla, s ktorým je táto súčiastka spojená. Ak majú napríklad komponenty nastavený uzol s rovnakým názvom, tak to znamená, že sú prepojené.

### Tranzitná simulácia

Po vytvorení obvodu môžu byť spustené simulácie pre striedavý a jednosmerný prúd, ktoré simulujú obvod v jednom časovom okamihu. Pre simulovanie obvodu v čase poskytuje *SpiceSharp* tranzitné simulácie, ktoré po určenej veľkosti časového kroku dokážu simulovať zmeny v čase pre elektrické komponenty.

### Zmena parametrov

Parametre súčiastok sa dajú meniť aj počas tranzitnej simulácie, ktorá má funkcie vykonávané v jednotlivých štádiách simulovania jedného časového kroku a ich volaním sa môžu pre tento krok napríklad v tomto prípade upraviť hodnoty súčiastky. Avšak nie sú odporúčané veľmi drastické zmeny parametrov počas simulácie, kvôli možným ťažkostiam pri hľadaní konvergencie obvodu alebo jeho nenájdenia. Je odporúčané dobre poznať tok simulovania pre správnu zmenu parametrov a taktiež štruktúru a použitie parametrov pri simulačných výpočtoch, ktoré treba podľa potreby v krokoch simulácie taktiež aktualizovať.

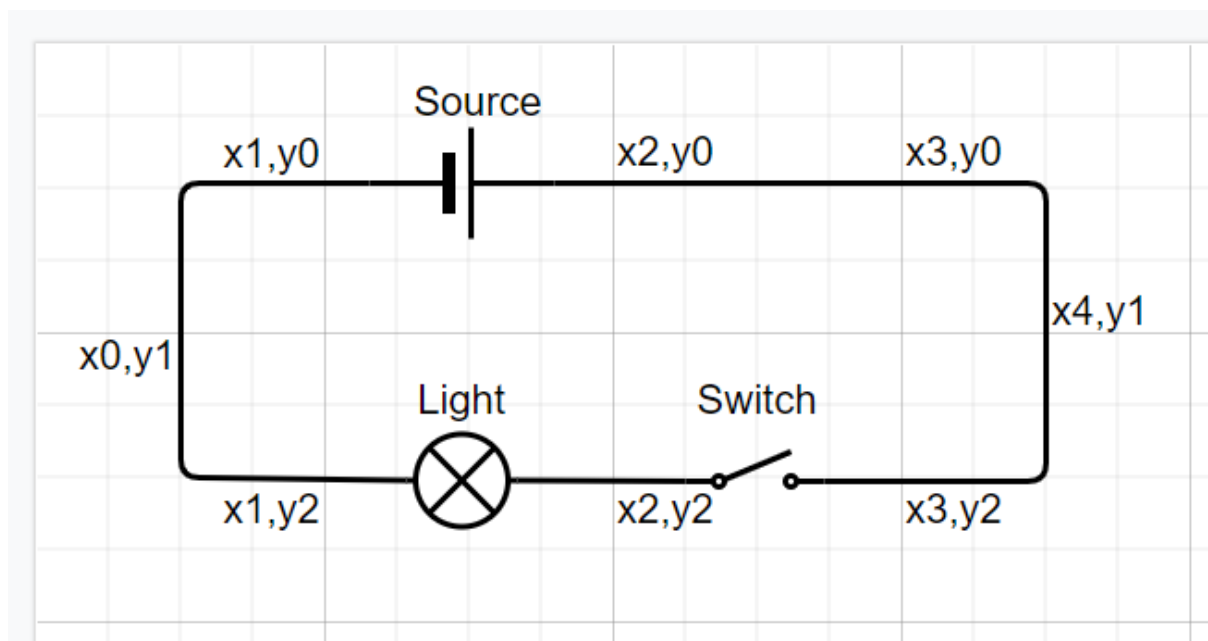
### Vlastná súčiastka

Je možné doplniť *SpiceSharp* o vlastné komponenty, avšak je potrebné porozumieť ako simulátor počíta napätie v jednotlivých uzloch obvodu, čo je realizované modifikovanou uzlovou analýzou.

#### 3.4.2 Návrh

Keďže v *SpiceSharp*-e sa súčiastky pripájajú jednoducho k uzlom označeným ako "nodes", ktoré sa označujú premennou typu *String*, pre mriežku, s ktorou budeme pracovať, si môžeme vytvoriť maticu alebo dvojrozmerné pole *String*-ov. V tejto matici budú uložené názvy pre jednotlivé uzly v obvode, kde sa dotýkajú dva bloky na mriežke. Na Obrázok 9 sú tieto názvy uzlov príkladovo označené (napríklad "x1,y0").





Obrázok 9 - Jednoduchý elektrický obvod pri blokovom riešení

Na začiatku sa vytvorí v *SpiceSharp*-e nový objekt obvodu, do ktorého budú postupne pri akcii vloženia alebo odobratia bloku vkladané alebo odobraté komponenty elektrického obvodu, ktoré dané bloky predstavujú.

Pri vložení nového bloku na určené miesto v mriežke sa podľa typu el. komponentu, umiestnenia a rotácie bloku zistia uzly pre daný komponent. Ďalej sa už len tento komponent vytvorí s napojením na správne uzly a poskytnutými parametrami komponentu uložených v objekte bloku. Po vytvorení sa komponent pridá do obvodu.

Bloky predstavujúce križovatku (iba spájajú všetky susedné bloky) vytvoria nový uzol, s ktorým sa pomocou rezistorov pripoja všetky 4 uzly bloku. Podobne sa postupuje pri križeniach typu "T".

V objekte bloku sa udržuje typ el. komponentu, jeho parametre (alebo pred vytvorený komponent) a napájacie uzly, ktoré môžu byť kódované *integer* polom, pričom budú použité hodnoty 0 a 1 pre určenie tých strán bloku, na ktorých je napájací uzol. Napríklad pre rezistor horizontálnej polohy by bolo takéto pole (0,1,0,1), pričom prvá hodnota by predstavovala spodnú stranu bloku a nasledujúce hodnoty ďalšie strany v smere hodinových ručičiek. Takéto kódovanie sa môže podľa potreby a implementácie upraviť.

Pri odobratí bloku z mriežky a teda z elektrického obvodu by sa podľa konkrétneho názvu komponentu tento komponent vyhľadal v obvode a z neho následne vymazal.

Pre súčiastky, ktoré budú mať premenlivé parametre (napríklad potenciometer) budú vytvorené funkcie zasahujúce do príslušných parametrov prebiehajúcej simulácie. Navrhne sa použitie samostatného vlákna pre simuláciu obvodu, ku ktorému sa bude pristupovať z hlavného vlákna Unity. Tranzitná simulácia nepodporuje režim simulácie v nekonečnom časovom intervale, preto je najlepšie použiť čo najväčšiu hodnotu pre jej trvanie a v prípade potreby môžeme aktuálny stav simulácie uložiť a použiť ako začiatok novej simulácie. Simulácia sa dá zastaviť aj predčasne, takže jej ukončenie bude jednoduché.

Keďže tvorba vlastnej súčiastky nie je ľahký proces (najmä zložitejších), vlastné súčiastky, ktoré sú jednoduché sa môžu implementovať na strane Unity skriptov. Ak budú ale potrebné zložitejšie

súčiastky, podľa štruktúry a priebehu výpočtov v SpiceSharp sa môžu takéto súčiastky pridať do knižnice SpiceSharp.

### 3.5 VYHODNOTENIE NÁVRHOV A RIEŠENÍ

*Autori podkapitoly: Erik Paľa, Viktor Beňo*

Vzhľadom na vysokú zložitosť riešenia tohto projektu pri použití breadboard-u sme sa rozhodli uprednostniť blokové riešenie, ktoré je prehľadnejšie a jednoduchšie na implementáciu.

Cieľom tohto blokového riešenia bude vytvoriť interaktívne prostredie, kde jednotlivé komponenty budú reprezentované 3D blokmi, ktoré bude možné uložiť na mriežku a tým zostrojiť elektrický obvod.

Jednotlivé komponenty budú reprezentované rôznymi typmi blokov. Napríklad štandardné súčiastky ako rezistor budú reprezentované ako kocka, na ktorej bude symbol rezistora. Aktívne súčiastky ako napríklad spínač alebo dióda budú reprezentované ich 3D modelmi.

Výhodou tohto riešenia je jeho prehľadnosť pre používateľa, ktorý nemusí pracne pripájať jednotlivé nožičky súčiastok do breadboard-u, ale stačí mu otočiť súčiastku ako potrebuje a umiestniť ju do mriežky, ktorá automaticky vytvorí uzly na miestach kde sa bloky spájajú.

Obvod bude simulovaný plynulou tranzitnou simuláciou, ktorá bude bežať v samostatnom vlákne a bude podporovať zmenu parametrov počas behu simulácie. Jednoduchšie súčiastky budú pripravené pomocou skriptov na strane Unity a pri potrebe zložitejších súčiastok, tieto budú vytvorené a pridané do knižnice SpiceSharp.

### 3.6 SYNCHRONIZAČNÉ FRAMEWORKY

*Autori podkapitoly: Erik Paľa, Viktor Beňo, Tomáš Sabo*

Keďže náš projekt ma byť vytvorený ako kolaboratívne prostredie, je potrebné zvoliť si adekvátny framework, ktorý nám poskytne potrebnú funkcionálnu vzhľadom na vývojové prostredie Unity, ako aj integrácia virtuálnej reality v našom projekte. Z toho dôvodu sme analyzovali niekoľko frameworkov a následne ich vyhodnotili.

#### 3.6.1 Analýza

##### **Mirror**

Mirror predstavuje bezplatné, open source riešenie pre podporu synchronizácie používateľov. Tento framework je založený na modeli klient - server. Taktiež disponuje offline LAN podporou. Nepodporuje matchmaking pre používateľov, čo pre nás predstavuje veľkú nevýhodu. Výhodou však je že podporuje rôzne platformy. Nepodporuje však peer-to-peer spojenie.

##### **Photon Bolt**

Photon bolt je sieťové riešenie s bohatými funkcionalitami, ktoré bolo inšpirované sieťovými riešeniami viacerých hier. Umožňuje ľahko vytvoriť autoritatívnu hernú logiku so zabudovanými funkcionalitami, akými sú napríklad hitbox rewinding, lag compensation alebo client side prediction. Je založený na modeli klient - server a podporuje 4 hlavné architektúry, ktorými sú dedikované servery, klientom hostované servery, peer to peer a LAN/WLAN. Cena tohto framework-u sa odvíja od počtu aktuálnych používateľov. Môže byť použitý bezplatne alebo si za neho môže používateľ mesačne platiť. Zdrojový kód tohto framework-u je neprístupný. Podporuje offline mód, matchmaking a peer-to-peer

spojenie. Offline LAN podpora a podpora priameho pripojenia pomocou IP sú platené funkcie. Rovnako ako predchádzajúci framework, aj tento je multi platformový.

### **Photon Unity Networking v2**

Photon Unity Networking V2 je sieťové riešenie, ktoré sa najčastejšie využíva v hrách v ktorých sa nachádza málo hráčov a tieto hry trvajú krátko. Vývoj multiplayeru v tomto frameworku je jednoduchý, čo je jednou z hlavných výhod tohto frameworku. Jeden z hráčov sa vždy tvári ako host a ostatní hráči sú napojení cez relay servery. Používanie tohto frameworku je zadarmo. Jeho zdrojový kód je na vyššej úrovni voľne dostupný. Je postavený na modeli klient-klient. Tento framework podporuje offline mód, nedisponuje však offline LAN podporou. Taktiež podporuje matchmaking. Nepodporuje však peer-to-peer spojenia, ani priame pripojenie prostredníctvom IP adresy.

### **MLAPI**

MLAPI je framework, ktorý obsahuje mnoho vlastností a mnoho ďalších je ešte vo vývoji. Komponenty tohto frameworku sú veľmi podobné frameworkom UNET a Mirror. vývoj tohto frameworku zabezpečuje jeden človek. Tento framework sa stále považuje za jeden z tých menej populárnejších, aj pre menší počet projektov, minimalistickú dokumentáciu a málo návodov. Vzhľadom na množstvo vlastností, ktorými tento framework disponuje je možné, že sa stane voľbou pre mnoho vývojárov. Využitie tohto framework-u je bezplatné a jeho kód je voľne dostupný. Je založený na modeli klient-server. Disponuje offline LAN podporou, podporou offline módu a technológiou multicast pre objavovanie LAN hier. Neumožňuje však matchmaking. V rámci konektivity umožňuje peer-to-peer spojenie a pripojenie cez IP adresu.

### **SmartFoxServer 2X**

SmartFoxServer je multi-platformový client/server framework, ktorý je v porovnaní s ostatnými na nižšej úrovni abstrakcie so zameraním na vysokú výkonnosť, vhodnú pre masívne multiplayer online hry. Framework poskytuje veľkú voľnosť a granularitu pri návrhu sieťovej architektúry, ako aj samostatnej synchronizácie objektov.

Výhodou frameworku je, že podporuje veľké množstvo platforiem (Adobe Flash/Flex/Air, Unity, HTML5, iOS, Universal Windows Platform, Android, Java, C++ a iné), čiže v tomto ohľade umožňuje jednoduchú rozšíriteľnosť. Ďalšou výhodou je, že framework je dobre dokumentovaný, s množstvom príkladov aj vo formáte videí pre rôzne platformy, vrátane Unity. Tento má podporu pre offline LAN a taktiež offline mód. Ďalej disponuje aj technológiou multicast pre vyhľadávanie LAN hier a umožňuje priame pripojenie cez IP adresu. Neumožňuje však peer-to-peer spojenia.

Súčasťou tohto frameworku sú aj rôzne pokročilejšie funkcionality, ako je vzdialená administrácia serverov, cloud-hosting, či šifrovanie prenosového protokolu. Pre študentov a malé tímy je možné získať licenciu zadarmo, s obmedzením na 100 súčasných užívateľov. Hoci sú tieto funkcionality vo všeobecnosti žiadúce, a umožňujú veľmi slobodný vývoj, pre náš projekt sú často zbytočné. Vysoká úroveň výkonnosti pre nás nie je dôležitá, pretože budeme pracovať s malou scénou a obmedzeným počtom užívateľov. Nízka úroveň abstrakcie je pre nás nevýhodná, pretože vyžaduje viac developerského času a poskytuje menej funkcionalít pripravených na použitie. Jemná granularita a vysoká konfigurovateľnosť by v našej fáze vývoja mohli vytvoriť zbytočné trenie.

### 3.6.2 Porovnanie frameworkov v záujmových kategóriách

V Tabuľka 1 uvádzame porovnanie analyzovaných synchronizačných frameworkov vzhľadom na podstatné vlastnosti pre náš projekt.

|                                                   | <b>Mirror</b>                                 | <b>PUN 2</b>                       | <b>Bolt</b>                                        | <b>MLAPI</b>                          | <b>SmartFoxServer 2X</b>          |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Sieťový model</b>                              | Klient/Server                                 | Klient/Klient                      | Klient/Server                                      | Klient/Server                         | Klient /<br>Authoritatívny Server |
| <b>Integrácia s Unity</b>                         | Mirror komponenty                             | wizard PhotonView components       | Bolt Wizard Bolt komponenty                        | MLAPI components                      | DLL poskytuúca API                |
| <b>Podpora platforiem</b>                         | Desktop, Web, Mobile, Console                 | Desktop, Web, Mobile, Console      | Desktop, Mobile, Console                           | Desktop, Web, Mobile, Console         | Desktop, Web, Mobile, Console     |
| <b>Hosting</b>                                    | Dedikovaný server, klient, lokálna LAN / Wifi | Photon Cloud alebo Photon Server   | Dedikovaný server, klient, P2P, lokálna LAN / Wifi | Dedikovaný server, lokálna LAN / Wifi | Dedikovaný server                 |
| <b>LAN support</b>                                | Áno                                           | Nie                                | Za poplatok                                        | Áno                                   | Áno                               |
| <b>Synchronizácia premenných</b>                  | Syncvars, RPCs, Events                        | RPC, Events, OnSerializePhotonView | Bolt Wizard, Commands                              | NetworkedVar, Messaging System        | Vstavané                          |
| <b>Synchronizácia animácií</b>                    | Áno                                           | Áno                                | Áno                                                | Nie                                   | Nie                               |
| <b>Synchronizovaný Timestamp</b>                  | Áno                                           | Áno                                | Nie                                                | Áno                                   | Nie                               |
| <b>Serializácia vlastných typov</b>               | Áno                                           | Áno                                | Áno                                                | Áno                                   | Áno                               |
| <b>Manažment inštancovania sieťových objektov</b> | Áno                                           | Áno                                | Áno                                                | Áno                                   | Nie                               |

Tabuľka 1 – Porovnanie synchronizačných frameworkov v záujmových kategóriách

### 3.6.3 Zhodnotenie

Analýza dostupných frameworkov pre prototypovanie multiplayer funkcionality v našom projekte nás dovedla k záveru, že pre naše potreby bude najvhodnejšie použiť framework photon bolt. Pre tento framework sme sa rozhodli kvôli jeho rozsiahlej funkcionalite a jednoduchšej integrácii v prostredí

Unity. Napriek tomu, že je tento framework platený, poskytuje aj bezplatnú funkcionálnu, ktorá nám bude na realizáciu projektu stačiť.

## 4 PROTOTYPY

---

Do konca 3. šprintu sme vytvorili náš prvý prototyp projektu zameraný na ovládanie a interakciu. Po dokončení 5. a teda posledného šprintu zimného semestra sme vytvorili druhý prototyp zameraný na podporu virtuálnej reality.

### 4.1 PROTOTYP MODELOV SÚČIASTOK

*Autori podkapitoly: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek, Viktor Beňo*

V projekte sú najdôležitejšie objekty jednotlivé súčiastky, z ktorých budú používatelia skladať výsledný obvod. Pri grafických požiadavkách na objekty identifikujeme niekoľko kompromisov. Modely musia byť dostatočne odlišiteľné a naznačovať svoju funkciu, pričom zároveň musia byť zoskupené z vhodného počtu plôch aby nevytvárali príliš vysokú záťaž na grafickú kartu a tým pádom nespomaľovali rýchlosť obnovovania. Do úvahy sme vzali aj možnosť rozšíriteľnosti súčiastok užívateľom.

#### 4.1.1 Analýza

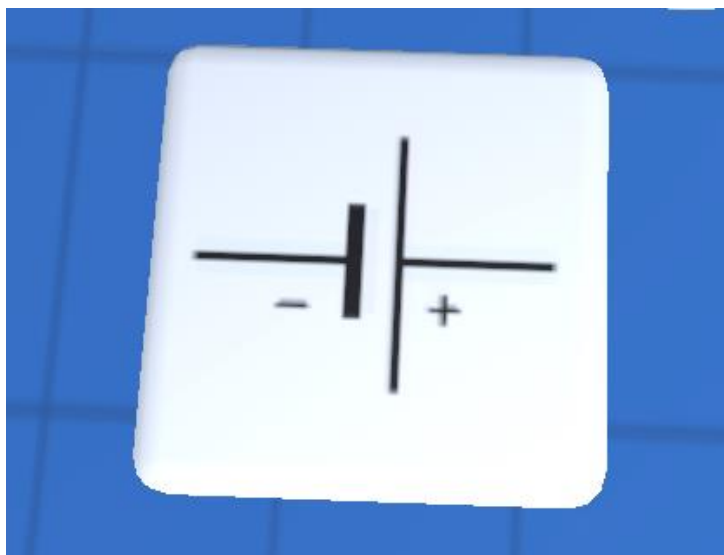
Základná požiadavka na modely súčiastok je, že musia zapadať do mriežky. Na základe modelov by mala byť rozpoznateľná ich funkcia, stav a tiež zapojenie, či kontakt so susediacimi súčiastkami. Ďalšie uvažované kritérium bola jednoduchosť rozšíriteľnosti sady súčiastok používateľmi. Na začiatku bol vykonaný prieskum existujúcich modelov, avšak nakoniec sme sa po uvažovaní rozhodli, že vytvorenie vlastných modelov nám umožní lepšie realizovať našu predstavu produktu.

#### 4.1.2 Návrh

Uvažovali sme o troch hlavných typoch modelov: schematické modely, reliéfové modely a 3D modely. Každý prístup má iné výhody a stojí na rôznych pozíciách v rámci uvažovaných požiadaviek.

##### **Schematické modely**

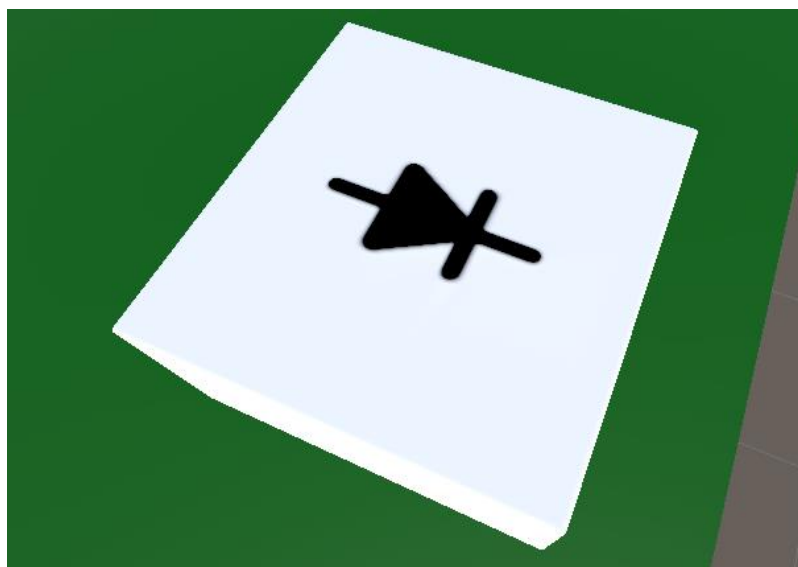
Schematické modely sú veľmi jednoduché, keďže všetky súčiastky používajú rovnaký model, pričom sa mení iba aplikovaná textúra. Tento typ modelov je vhodný kvôli jednoduchoosti jeho implementácie. Tento typ modelov je takisto najjednoduchší na rozšírenie používateľom, kde používateľovi stačí okrem špecifikovania logiky určiť obrázok, ktorý bude na súčiastke zobrazený. Výhodou schematických modelov je aj veľmi nízka náročnosť na výkon, a teda nebude spôsobovať nízku obnovovaciu frekvenciu aj na pomalších zariadeniach. Nevýhodou tohto typu modelu je, že rasterové obrázky majú obmedzenú kvalitu, a pri blízkom pohľade bude možné vidieť pixelizáciu obrázkov schém. Na Obrázok 10 môžeme vidieť ukážku schematického spracovania.



Obrázok 10 - Model súčiastky batérie v schematickom spracovaní

### Reliéfne modely

Reliéfne modely sú podobné schematickým modelom v tom, že tiež znázorňujú schematickú značku súčiastky. Rozdiel je v tom, že reliéfny model vystupuje z dvojrozsmernej plochy do výšky. Dôsledkom toho je, že modely sú rozpoznateľné aj bez potreby textúry. Výhodou tohto spôsobu oproti čisto textúrovému prístupu schematických modelov je, že schematická značka má nekonečné rozlíšenie, keďže zakódovaním schémy do modelu je efektívne vektorizujeme. Nevýhodou je však nutnosť vytvorenia vlastného modelu pre každú súčiastku, čo znižuje rozšíriteľnosť tohto variantu. Príklad modelu súčiastky v reliéfovom spracovaní môžeme vidieť na Obrázok 11.



Obrázok 11 - Model súčiastky diódy v reliéfovom spracovaní

### 3D modely

Posledný uvažovaný typ modelov sú modely s trojrozmernými modelmi súčiastok. Výhodou týchto modelov je, že sú pútavejšie a ich funkcia je intuitívnejšia ako pri schematických modeloch. Pomocou trojrozmerných modelov je možné jednoduchšie a jednoznačnejšie indikovať stav súčiastok, ako sú napríklad stavy pre zasvietenu a vypnutú žiarovku, alebo zapnutý a vypnutý spínač. Nevýhodou

je však nemožnosť rozšírenia 3D súčiastok, pretože je takmer nemožné očakávať od používateľov vytvorenie vlastných modelov kompatibilných s našou aplikáciou, a animácia stavu týchto súčiastok si vyžaduje explicitnú implementáciu v rámci aplikácie. Príklad modelu súčiastky v trojrozmernom spracovaní môžeme vidieť na Obrázok 12.



Obrázok 12 - Model súčiastky tranzistoru v trojrozmernom spracovaní

#### 4.1.3 Implementácia

Modely boli tvorené použitím open source programu Blender. Modely exportované z Blenderu boli pridané do prostredia Unity, kde z nich boli vytvorené inštancovateľné objekty. Modely boli vyhotovené vo všetkých uvažovaných spracovaniach. Modely boli vytvorené spôsobom, aby boli čo najviac znovu-použiteľné s ohľadom na možnosť rozšíriteľnosti používateľom. Štandardizované sú základný tvar bloku, a konektory k okolitým blokom, na základe typu súčiastky. Momentálne sú v projekte použité kombinované schematické a 3D modely. Možnosť schematických modelov zachováваме pre rozšíriteľnosť, avšak snažíme sa vytvoriť čo najväčší počet štandardných súčiastok v 3D verziách.

### 4.2 PROTOTYP PRE OVLÁDANIE A INTERAKCIU

*Autori podkapitoly: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek*

Cieľom prvého prototypu bolo umožniť hráčovi pohybovať sa v 3D priestore, ako aj dovoliť hráčovi interagovať s elektrickými súčiastkami a grid boardom v tomto prostredí.

#### 4.2.1 Analýza

Pohybovanie sa v 3D priestore ako aj interakcia s elektrickými súčiastkami a grid boardom sú kľúčové prípady použitia pre náš projekt. Počas našej analýzy bolo potrebné určiť si akým prístupom túto funkcionality implementujeme do nášho riešenia. Rozhodli sme sa tento prvý prototyp implementovať ako desktopové riešenie pre podporu klávesnice a myši.

Súčasťou finálneho prototypu sú taktiež modely pre jednotlivé elektrické súčiastky, ktoré sme si spoločne vybrali pre náš projekt. Tieto modely vytvoril Ľubomír Kurčák v grafickom prostredí Blender. Hlavný element rozhodovania pri výbere súčiastok, ktoré budú súčasťou nášho riešenia bol ten, že všetky súčiastky museli byť podporované knižnicou *SpiceSharp*, ktorú budeme používať na

simuláciu správania elektrických obvodov v našom projekte. Po dokončení tvorby zoznamu podporovaných súčiastok sa mohlo prejsť na ich tvorbu.

Čo sa týka tvorby prototypu v Unity, rozhodli sme sa pre vytvorenie ukážkovej scény pre prvý prototyp, ktorá obsahovala prostredie, v ktorom sa hráč pohybuje. Takisto sa v tomto prostredí nachádzal grid board ako aj jednotlivé elektrické súčiastky, s ktorými mohol hráč interagovať. Funkcionalita jak pohybovania tak aj interakcie bola tvorená pre klávesnicu aj myš takým spôsobom, aby sa dané riešenie mohlo aplikovať aj na následnú integráciu VR do nášho projektu.

#### 4.2.2 Návrh

Pri tvorbe prototypu v Unity, sme sa rozhodovali, akým smerom sa vyberieme. Nakoniec sme sa dohodli na finálnom návrhu.

Hráč bude reprezentovaný ako *GameObject* spolu s kamerou ako aj ďalším *GameObjectom*, ktorý bude reprezentovať jeho ruky. Hráč sa bude môcť pohybovať do všetkých smerom pomocou klávesnice a myšou bude ovládať smer akým sa hráč pozerá. Ruky hráča budú slúžiť ako kontajner pre všetky elektrické súčiastky, ktoré si vezme do rúk. Spôsob detekcie, akým hráč bude zdvíhať jednotlivé súčiastky, ako aj ich ukladanie do grid boardu bude zabezpečený pomocou *Raycast* funkcionality. Táto funkcia slúži na interakciu hráča s objektom, na ktorý sa hráč momentálne pozerá, pretože tento *Raycast* bude vysielaný zo stredu obrazovky hráča, a teda stredu danej kamery, ktorá je hráčovou súčasťou. *GameObject* hráč bude teda vo finále obsahovať 3 hlavné komponenty. Jeden komponent bude slúžiť ako kontrolér pre ovládanie, ďalší pre interakciu a posledný komponent bude kontrolérom pre hráčove ruky.

Elektrické súčiastky budú taktiež reprezentované ako *GameObject*. V tejto fáze prototypu sme neimplementovali logiku jednotlivých súčiastok, takže tieto súčiastky zatiaľ zohrávajú úlohu modelu, s ktorým hráč môže interagovať a vkladať ho do grid boardu. Tieto súčiastky budú súčasťou rodičovského kontajneru pokiaľ sa ich hráč nerozhodne zdvihnúť. Keďže hrá ma pôsobiť reálne, je potrebné aby na tieto súčiastky bola naviazaná fyzika, ktorá bude zabezpečená *Rigidbody* komponentom, ktorý je súčasťou Unity engine. Ďalej každá súčiastka bude obsahovať komponent, ktorý hlavne bude mať za úlohu zisťovania stavu, v akom sa súčiastka nachádza. Stavby môžu byť rôzne, ako napríklad súčiastka je v rukách hráča, súčiastka je na zemi alebo súčiastka je uložená v grid boardu.

Grid board bude reprezentovaný ako priestor, do ktorého môže hráč vkladať elektrické súčiastky. Grid board bude obsahovať niekoľko priestorov určených pre spomínané súčiastky. Na každom z týchto miest bude naviazaný komponent, ktorý bude slúžiť ako kontrolér pre vloženie súčiastky do tohto priestoru. Okrem iného tento komponent bude takisto obsahovať informáciu, či je tento priestor voľný alebo doňho už nejaká súčiastka bola vložená. Opäť súčasťou tohto prototypu nie je implementovaná logika reálneho grid boardu, takže jeden komponent pre každý priestor bol zatiaľ dostačujúci pre pointu tohto prototypu. Takisto každý úložný priestor musí obsahovať vlastný *collider*, ktorý bude kontrolovať, či sa nejaká elektrická súčiastka nachádza v jeho prostredí a ak áno, túto súčiastku si automaticky pripne do svojho priestoru. Tento prístup bude obzvlášť potrebný pri integrácii VR prototypu, aby hráč mohol elektrickú súčiastku jednoducho priložiť pri ľubovoľný voľný priestor a súčiastka sa doňho automaticky vloží.

Interakcia hráča s elektrickými súčiastkami ako aj grid boardom má niekoľko rôznych funkcií. Čo sa týka interakcie so súčiastkami, hráč bude môcť ľubovoľnú súčiastku zdvihnúť zo zeme a zobrať ju do rúk, následne ju bude môcť v rukách otáčať okolo jednej osi, tento smer bude definovať ako bude súčiastka vložená do gridu (vertikálne/horizontálne), hráč takisto môže súčiastku z rúk pustiť naspäť na zem. Aby hráč vedel, s ktorou súčiastkou práve interaguje, a teda, ktorú súčiastku po stlačení



príslušného tlačidla zodvihne do rúk, daná súčiastka bude hráčovi zvýraznená. Pri interakcií s grid boardom je potrebné, aby hráč vedel, do ktorého priestoru bude súčiastka uložená po stlačení príslušného tlačidla. Rozhodli sme sa do implementovať prístup simulácie. Táto simulácia bude simulovať súčiastku, ktorú hráč bude držať v ruke do priestoru, na ktorý sa hráč díva. Simulácia súčiastky bude presnou kópiou stavu súčiastky, ktorú hráč drží v ruke. To znamená, že pokiaľ bude hráč túto súčiastku v ruke rotovať, bude sa rotovať aj daná simulácia v priestore na grid board.

#### 4.2.3 Implementácia

Hierarchia scény predstavovala *Canvas*, *Room* (priestor, v ktorom sa hráč nachádza), *Player* (hráč).

*Canvas* v prvom prototype slúžil iba ako ukazovateľ kam sa hráč pozerá. Tento ukazovateľ predstavoval zelenú guľičku v strede obrazovky.

*Room* objekt bol zložený z niekoľkých častí. Jednou bola podlaha, po ktorej sa hráč mohol pohybovať, druhá časť predstavovala grid board a posledná časť bol spomínaný kontajner pre všetky elektrické súčiastky. V tomto kontajneri sa nachádzali všetky súčiastky, ktoré neboli vložené do grid boardu, alebo ich hráč nedržel v ruke, to znamená, že pokiaľ nejakú zo súčiastok hráč pustil na zem, automaticky sa zaradilo do tohto kontajneru.

*Player* bol objekt, ktorý predstavoval daného hráča. Na tomto objekte bola naviazaná kamera, ktorá hráčovi renderovala obraz a takisto súčasťou tohto objektu boli ruky hráča ako aj model samotného hráča.

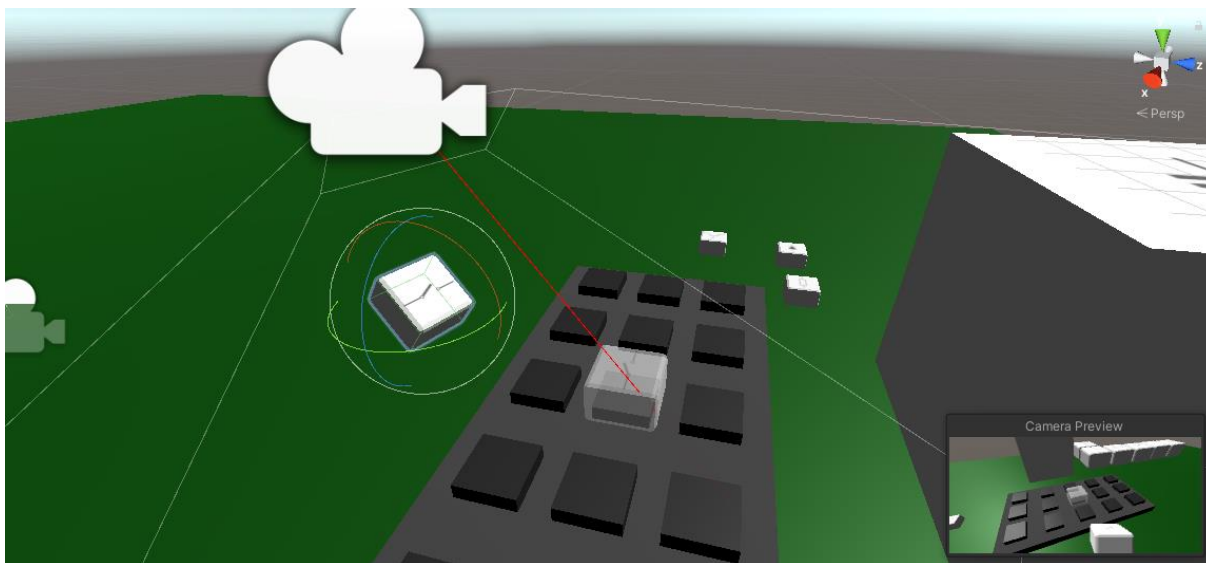
Následne vzniklo niekoľko komponentov, pričom každý komponent bol súčasťou príslušného *GameObject* objektu.

*MovementController* je komponent *Player* objektu, tento komponent je zodpovedný za pohybovanie sa hráča. Na základe hráčovho inputu tento kontrolér udáva objektu smer a rýchlosť, akou sa bude pohybovať. Takisto je tu sledované, či hráč stlačil príslušné tlačidlo pre skok, v tom prípade *Player* objekt vyskočí v hre. Tento komponent takisto pracuje s Unity komponentom *CharacterController*, ktorý je takisto súčasťou *Player* objektu. *CharacterController* slúži na simuláciu pohybovania pomocou *Move(Vector3 motion)* funkcie. *Motion* je tvorený všetkými hráčovými inputmi. V prípade, že hráč skočil a teda je vo vzduchu, do tohto *motion* sa takisto počíta aj nami zadefinovaná gravitácia.

*HandsController* je ďalší komponent *Player* objektu, tento komponent slúži ako kontrolér hráčových rúk. Súčasťou tohto komponentu sú funkcie ako *pickupItem(GameObject item)*, ktorý zdvihne objekt, na ktorý sa hráč pozerá a vloží mu ho do rúk. Ďalej obsahuje funkciu *dropItem()*, ktorá pustí objekt, ktorý hráč práve drží v ruke na zem. Funkcie ako *GameObject getGrabbedItem()* a *removeItem()* primárne slúžia pre logiku naviazanú na grid board, kde tento grid board potrebuje zistiť aký objekt hráč drží v ruke a prípadne mu tento objekt z ruky odstrániť, čím sa priamo vloží do jedného z priestorov na grid board. *HandsController* takisto slúži na rotáciu príslušného objektu, ktorý hráč drží. Hráč môže objekt rotovať 2 smermi, ale vždy iba na 1 osi. Iné osi nie sú potrebné pretože táto rotácia hovorí o tom, akou stranou bude daná elektrická súčiastka vložená do grid boardu.

*InteractionController* je zatiaľ posledný komponent *Player* objektu. Tento komponent je zodpovedný za interakciu hráča s prostredím, v ktorom sa nachádza. Zaznamenáva hráčov input ako aj jeho zorné pole a reaguje naň. Hlavnou súčasťou komponentu je *UnityEngine.Physics.Raycast* funkcionalita, ktorá zabezpečuje zaznamenávanie akýchkoľvek kolízií hráča s objektami. Je to akýsi laser pointer, ktorý kontroluje, či tento laser prešiel nejaký objekt. Ak je objekt prešatý, vráti nám tento

objekt, aby sme s ním mohli ďalej pracovať. Na Obrázok 13 môžeme vidieť spomínaný *Raycast*, ktorý je vysielaný zo stredu kamery, a teda zorného poľa hráča. Keďže hráč drží v ruke elektrickú súčiastku a *Raycast* prešiel jednu z voľných pozícií na grid board, táto súčiastka sa simuluje na danú pozíciu. V pravom dolnom rohu obrázku môžeme vidieť ako tento táto situácia vyzerá z pohľadu hráča.



Obrázok 13 - Ukážka Raycast funkcionality (červená čiara)

*Raycast* využívame na sledovanie hneď niekoľkých udalostí:

- Pokiaľ hráč stlačil ľavé tlačidlo na myši skontroluj či:
  - sa hráč pozerá na elektrickú súčiastku, v tom prípade ju hráč zodvihne, pokiaľ už nedrží v ruke inú súčiastku
  - sa hráč pozerá na voľné miesto na grid board, v tom prípade sa súčiastka uloží do daného miesta.
- Pokiaľ sa hráč pozerá na interaktívny objekt skontroluj či:
  - sa hráč pozerá na elektrickú súčiastku, pričom v ruke nedrží inú, v takom prípade zvýrazni túto súčiastku
  - sa hráč pozerá na voľné miesto na grid board, pričom v ruke drží elektrickú súčiastku, v takom prípade simuluj súčiastku na dané miesto

*ItemController* je komponent naviazaný na elektrické súčiastky. Komponent obsahuje informácie o danej súčiastke, ako napríklad či bola súčiastka vložená do grid boardu a ak áno, tento komponent si uloží *InsertController* komponent toho miesta, do ktorého bola vložená. Tento komponent takisto disponuje *private void OnTriggerEnter(Collider other)* funkcionalitou, ktorá je zodpovedná za sledovanie kolízií tohto objektu z ostatnými. Konkrétne sa sleduje, či je tento objekt v kolízii s voľným miestom na grid board a ak áno, tak sa do tohto miesta uloží. Súčasťou tohto komponentu je aj informácia o rodičovskom kontajnery, pretože každá súčiastka sa vždy nachádza v tomto kontajnery, výnimkou sú iba situácie, že táto súčiastka je uložená na grid board alebo ju hráč drží v ruke.

*InsertController* je posledný komponent 3. šprintu, ktorý má na starosti vkladanie elektrických súčiastok do voľných miest na grid board. Sú 2 typy, ako sa súčiastka môže dostať do grid boardu:

- Súčiastka bola do grid boardu vložená z rúk hráča po stlačení pravého tlačidla na myši

- Súčiastka zachytila kolíziu z voľným miestom na grid boarde a tým pádom sa do tohto miesta uložila automaticky

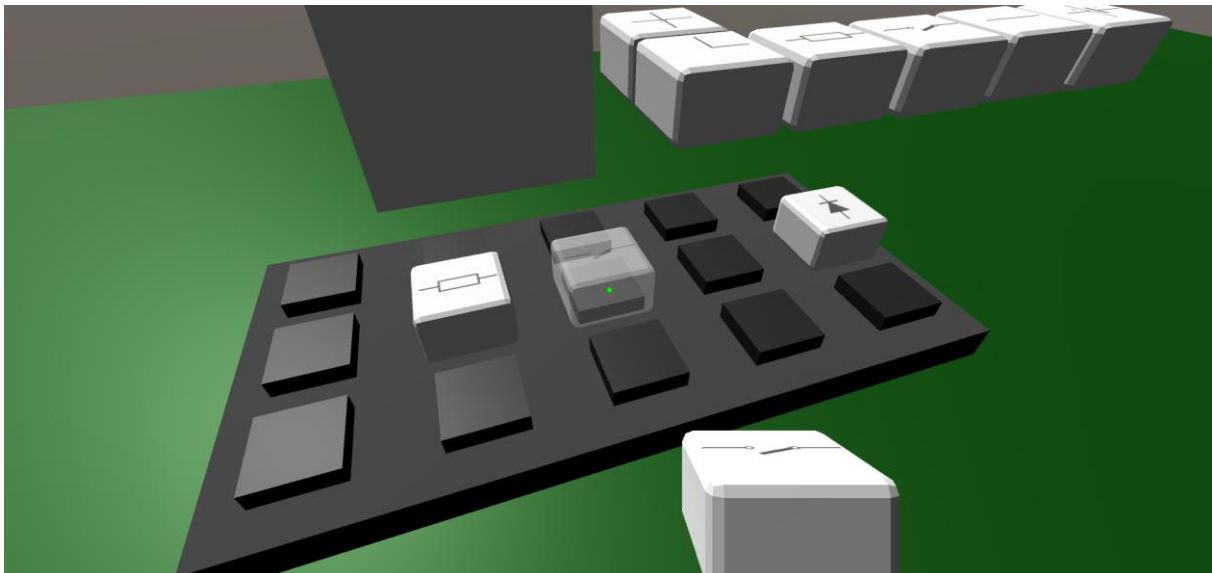
Následne pre oba prípady je použitá ďalšia metóda, ktorá zabezpečuje úspešne vloženie súčiastky do grid boardu. Súčasťou tejto metódy je takisto aj zaokrúhlenie *Z-osi* rotácie súčiastky k najbližšiemu násobku 90 stupňov, aby sa zachovalo správne usadenie súčiastky do grid boardu.

```
float itemCurrentRotationZ = Mathf.Round((insertedItem.transform.rotation.eulerAngles.z) / 90f) * 90f;
```

Poslednou časťou tohto komponentu je metóda, zodpovedná za vytiahnutie súčiastky z grid boardu, pokiaľ sa tak hráč rozhodol spraviť stlačením príslušného tlačidla.

#### 4.2.4 Testovanie

Celé testovanie prvého prototypu prebiehalo v prostredí Unity, v ktorom naši tester testovali všetky implementované funkcionality prototypu. Výsledok testovania nepredstavoval žiadne nájdené chyby v riešení a tým pádom testovanie prebehlo úspešne. Na Obrázok 14 môžeme vidieť finálnu podobu prvého prototypu.



Obrázok 14 - Ukážka prototypu pre ovládanie a interakciu

### 4.3 PROTOTYP PRE PODPORU VIRTUÁLNEJ REALITY

*Autori podkapitoly: Ľubomír Kurčák, Patrik Tománek, Viktor Beňo*

Cieľom druhého prototypu bola implementácia podpory pre virtuálnu realitu. Hráč sa teda mohol vďaka VR headsetu a ovládačmi pohybovať v 3D priestore ako aj interagovať s rôznymi objektami, a teda hlavne s elektrickými súčiastkami a grid boardom. Do tohto prototypu sme už takisto aj implementovali prvé demo so *SpiceSharp* knižnicou, ako aj kontrolu spojenia medzi jednotlivými elektrickými súčiastkami umiestnených v grid boarde.

#### 4.3.1 Analýza

Podpora virtuálnej reality je takisto kľúčovým aspektom nášho projektu. Počas našej analýzy bolo potrebné nájsť vyhovujúci prístup, akým túto funkcionality implementujeme do nášho riešenia. Nakoniec sme sa rozhodli použiť *VR Interaction Framework* ako jadro funkcionality virtuálnej reality.

Súčasťou tohto prototypu sú takisto aj nové modely pre ďalšie elektrické súčiastky, ktoré budeme v projekte používať. Takisto sa pre tieto súčiastky ako aj súčiastky, ktoré už boli vytvorené implementovala podpora ich interakcie vo virtuálnej realite. Tie modely opätovne vytvoril Ľubomír Kurčák. Ďalšia potrebná časť druhého prototypu bolo vytvorenie dema so *SpiceSharp* knižnicou. Vďaka tomu sme mohli začať simulovať už aj zložitejšie obvody v našom projekte. Toto demo vytvoril Viktor Beňo.

Čo sa týka tohto prototypu, rozhodli sme sa pre modifikovanie prvej ukážkovej scény, ktorá vznikla ako výstup z prvého prototypu. Do prostredia boli pridané nové elektrické súčiastky ako aj nové objekty, ako napríklad nový grid board. Druhý prototyp je primárne zameraný na podporu virtuálnej reality, to znamená, že sme zatiaľ neimplementovali novú funkcionality vytvorenú počas tohto prototypu pre desktopové riešenie, pričom sme ale celý kód tvorili agnostickým prístupom, a teda implementácia všetkých funkcionalít pre desktopové riešenie nebude predstavovať problém, len to momentálne nebolo naším cieľom.

#### 4.3.2 Návrh

Pri tvorbe tohto prototypu sme sa museli najprv dohodnúť, aký framework použijeme, aby spĺňal všetky náležitosti potrebné pre náš projekt. Nakoniec sme sa dohodli na použití *VR Interaction Framework*.

*VR Interaction Framework* nám poskytuje širokú podporu rôznych funkcionalít pre virtuálnu realitu. Do nášho prostredia stačí keď vložíme *prefab* hráča vytvoreným týmto frameworkom a celá logika pohybu hráča nemusí byť samostatne implementovaná. Okrem iného tento framework ponúka aj množstvo iných objektov, ktoré sme takisto implementovali do našej novej scény. Jednalo sa o objekty ako napríklad stôl, aby sme vytvorili prvotný návrh laboratórneho prostredia. Takisto aj interakcia s jednotlivými objektami pomocou VR ovládačov je zabezpečená týmto frameworkom, pričom si ale konkrétnu funkcionality budeme musieť prispôsobiť pri práci s elektrickými súčiastkami ako aj ich vkladaním do grid boardu.

Prispôbenie funkcionality *VR Interaction Frameworku* bude hlavne zahŕňať dodatočnú funkcionality v prípade, že hráč vloží elektrickú súčiastku do grid boardu. V takom prípade bude potrebné skontrolovať či sa v jeho okolí nachádza iná súčiastka, konkrétne či susedné súčiastky majú medzi sebou spojovníky, v takom prípade dôjde medzi nimi k spojeniu.

Spojenie medzi súčiastkami je dôležité pri transformácii elektrického obvodu na vstup pre *SpiceSharp* knižnicu. Každá elektrická súčiastka obsahuje niekoľko konektorov, tieto konektory sú následne napájané na iné konektory susedných súčiastok. Pokiaľ dôjde k spojeniu je potrebné vytvoriť identifikátor pre spojené konektory. Na základe tohto identifikátoru následne vie *SpiceSharp* knižnica spracovať daný obvod. Bližšie informácie sú uvedené v sekcii 3.4.

#### 4.3.3 Implementácia

Do nášho prototypu sme integrovali *VR Interaction Framework* a následne sme vytvorili scénu za použitia objektov z tohto frameworku. Objekty sme pridávali do už vytvorenej scény z prvého prototypu.

Ako prvé sme do scény vložili *XR Rig Advanced* prefab z *VR Interaction Frameworku*, tento prefab zabezpečuje kompletnú logiku postavy, ktorá je ovládaná hráčom pomocou VR headsetu spolu s ovládačmi. Tento prefab takisto poskytuje možnosť zapnúť emulátor, v takom prípade sa dá testovať korektnosť nášho riešenia aj pomocou klávesnice a myši a nie je potrebné zapojenie VR. Vďaka tomu sa rapídne urýchľuje celý proces vývoja. Hráč sa teda pozerá cez VR headset na prostredie, v ktorom je umiestnený, pričom takisto aj vidí svoje ruky, ktoré ovláda pomocou VR ovládačov.

Následne sme pridali do scény nový grid board. *VR Interaction Framework* ponúka možnosť prichytávania objektov do určenej oblasti (snap zones). Túto funkcionálnosť sme použili pre každé miesto v našom grid board, do ktorého hráč môže vkladať elektrické súčiastky. Túto funkcionálnosť sme si ale museli následne aj prispôbiť pre náš projekt. Jeden z problémov bol, že táto funkcionálnosť vkladá objekty do prostredia vždy v rovnakej rotácii, a teda *Vector3 (0,0,0)*. Tento problém bol ale vyriešený pridaním *Snap Zones Offset* komponentu pre každú elektrickú súčiastku. Tento komponent je zodpovedný za zmenu pozície alebo rotáciu pre objekt, ktorý je vložený do nejakej snap zóny. Každá elektrická súčiastka má nastavenú *X rotation* offset na 270 stupňov, vďaka tomu bude každá súčiastka hlavnou časťou hore. Ďalej je potrebné rotovať tento objekt tak, aby nikdy nebol nakrivo ale mohol byť iba otočený 4 rôznymi spôsobmi. Hráč si samozrejme môže daný objekt ľubovoľne rotovať v rukách, ale akmile je súčiastka vložená do grid boardu, je potrebné ju rotovať do najbližšieho násobku 90.

Každá elektrická súčiastka takisto obsahuje niekoľko konektorov. Zatiaľ maximálny počet konektorov, ktoré môžu byť na súčiastku pridané sú 4: hore, vpravo, dole, vľavo. Konektory sú pre každý elektrický komponent reprezentované ako *boolean*. Každý elektrický komponent má na začiatku nastavené tieto konektory v *DefaultPins*, čo je *boolean array*. Následne každý komponent takisto obsahuje aj *boolean array CurrentPins*, ktoré hovorí, ako sú konektory rozmiestnené po umiestnení elektrickej súčiastky do grid boardu. V prípade, že sa súčiastka vloží do grid boardu s inou rotáciou ako je jej základná, zavolá sa funkcia *public void rotatePins(int count)*, kde *count* predstavuje počet, koľko krát sa pole *CurrentPins* shiftne do prava. Celá táto logika je obsiahnutá v *ComponentController* komponente, ktorý je súčasťou všetkých elektrických súčiastok.

Aby sa mohli medzi elektrickými súčiastkami kontrolovať spojenia, každá oblasť v grid board, do ktorej môže byť elektrická súčiastka vložená obsahuje 4 hodnoty pre každú stranu oblasti, takáto hodnota predstavuje *int*, kde 0 znamená, že súčiastka na danej strane nemá konektor, 1 znamená, že na nej konektor má ale nie je s ničím napojený a 2 znamená, že tam konektor je a zároveň je aj napojený na iný konektor. Zatiaľ sme ešte neimplementovali transformáciu nášho elektrického obvodu ako vstup do *SpiceSharp* knižnice. Keď ale začneme túto funkcionálnosť implementovať do nášho projektu, jediné čo nám stačí bude premeniť *int* hodnotu 2 na referenciu tej súčiastky, na ktorú je daná súčiastka napojená. Už bude iba potrebné pre toto spojenie vytvoriť vlastný identifikátor a budeme schopný celý obvod pretvoriť ako vstup do *SpiceSharp* knižnice, ako už bolo vysvetlené v sekcii 3.4.

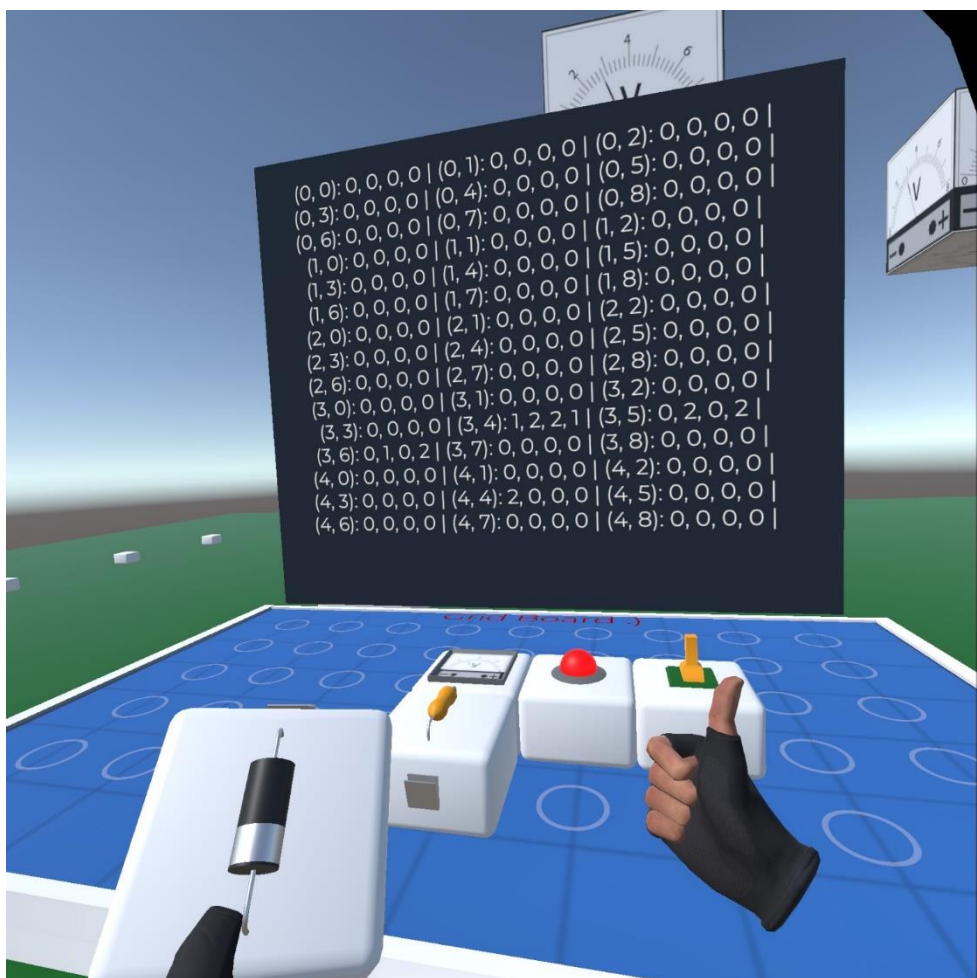
Čo sa týka samotného nového grid boardu, každá oblasť, do ktorej môže byť vložená elektrická súčiastka obsahuje komponent *gridboardPosition*, tento komponent obsahuje *Vector2 positionInGridboard*, ktorý hovorí o pozícii danej oblasti vzhľadom na celý grid board. Ďalej každá oblasť takisto obsahuje 4 *int* hodnoty *c\_top*, *c\_right*, *c\_bottom*, *c\_left*. Tieto hodnoty predstavujú konektory jednotlivých strán elektrickej súčiastky ako bolo spomenuté v odstavci vyššie. Samotný grid board obsahuje komponent *gridboardController*, ktorý hneď na po tom, ako sú všetky objekty v scéne inicializované zavolá metódu *setUpChildCoordinates()*, v ktorej sa pre každú jednu oblasť grid boardu nastaví *Vector2 positionInGridboard*, keďže *child* objekty gridboardu sú tvorené oblasťami pre elektrické súčiastky. Ako ďalšiu metódu tento komponent obsahuje *checkForConnections(GameObject HeldItem, GameObject slot)*, ktorá po tom, ako je nejaká súčiastka vložená do grid boardu, kontroluje všetky možné spojenia tejto súčiastky s ostatnými v jej okolí. *GameObject HeldItem* predstavuje elektrickú súčiastku, ktorú hráč vložil do grid boardu a *GameObject slot* predstavuje oblasť, do ktorej ju hráč vložil. Následne sa z *GameObject HeldItem*, konkrétne z komponentu *ComponentController*, ktorý je súčasťou tohto *GameObject HeldItem*, zistí, kde všade má konektory. Podľa týchto konektorov sa skontrolujú susedné oblasti v grid board, či sa tam nachádza nejaká súčiastka, a ak áno, či tá súčiastka má susedný konektor, v takom prípade sa tieto 2 súčiastky spoja, a teda hodnota konektorov jednotlivých oblastí sa nastaví na 2. Posledná metóda *gridboardController* komponentu je

*updateConnections(GameObject HeldItem, GameObject slot)*, jej funkcionálnosť je taká istá ako predošlá metóda len s tým rozdielom, že táto metóda je zavolaná v prípade, že hráč z grid boardu vytiahol nejakú súčiastku a preto je potrebné vyresetovať všetky konektory tejto súčiastky, ako aj aktualizovať konektory susedných súčiastok z 2 na 1. Vedľa gridboardu sa takisto nachádza aj tabuľa, ktorá vypíše všetky informácie o jednotlivých oblastiach gridboardu, konkrétne pozíciu oblasti v gridboardu a všetky konektory. Táto tabuľa je aktualizovaná zakaždým keď sa zavolá buď *checkForConnections*, alebo *updateConnections* metóda.

Poslednou časťou druhého prototypu bola implementácia dema so *SpiceSharp* knižnicou. Vytvorili sme 2 komponenty *CircuitBuilder* a *SpiceSharpController*. *SpiceSharpController* má za úlohu spustiť simuláciu nami vytvoreného obvodu. Táto simulácia sa spustí v prípade, že hráč stlačí v hre príslušné tlačidlo. Nami vytvorený obvod má bežať dovtedy, dokedy obvod nebude manuálne vypnutý, a preto je potrebné takúto simuláciu spustiť na vlastnom vlákne. Unity nepodporuje *multi-threading*, preto všetka funkcionálnosť, ktorá potrebuje využitie *Unity API* beží na hlavnom vlákne. Preto nie je možné takúto simuláciu spustiť v rámci hlavného vlákna, pretože Unity bude spracovávať túto simuláciu až dokedy neskončí, počas čoho sa celá hra zasekne. Preto sme sa rozhodli pre všetky *SpiceSharp* obvody spúšťať tieto simulácie na samostatných vláknach. Tieto vlákna avšak slúžia čisto iba na *SpiceSharp* funkcionálnosť. Keďže náš projekt takisto potrebuje možnosť meniť tieto bežiacie simulácie za ich behu, komponent *CircuitBuilder* obsahuje metódu *public (string, double) changeResistance(double value)*, kde *value* predstavuje hodnotu, o ktorú sa zmení odpor našej simulácie. Táto funkcia je volaná opätovne po stlačení príslušného tlačidla v hre z hlavného vlákna *Unity API*, čo ale nepredstavuje žiaden problém na výkonnosť, pretože táto funkcia sa následne spracováva na našom *SpiceSharp* vlákne. Táto metóda takisto do hlavného vlákna vráti *Tuple*, konkrétne *string status*, ktorý hovorí o stave simulácie a *double output* simulácie. Tento výstup predstavuje napätie v zdroji.

#### 4.3.4 Testovanie

Celé testovanie prvého prototypu prebiehalo v prostredí Unity, tentokrát testovanie mohli uskutočniť iba naši *Unity developeri* Ľubomír Kurčák a Patrik Tománek, pretože mali k dispozícii VR headsety. Výsledok testovania nepredstavoval žiadne nájdené chyby v riešení a tým pádom testovanie prebehlo úspešne. Na Obrázok 15 môžeme vidieť finálnu podobu prvého prototypu.



Obrázok 15 - Ukážka prototypu pre podporu virtuálnej reality

## ZÁVER

---

Po prvých piatich šprintoch sa nám podarilo vypracovať dôležitú analýzu pre náš projekt. Na základe tejto analýzy sme si presne určili akú simuláciu budeme implementovať do nášho projektu. Konkrétne sa jednalo o implementáciu elektrických obvodov v blokovom (grid) riešení. Takisto sme sa ešte okrajovo venovali breadboard riešeniu, s ktorým vývojom nepokračujeme z viacerých dôvodov uvedených v dokumente. Pre simulovanie elektrického obvodu bola zvolená knižnica SpiceSharp, ktorá dokáže simulovať obvod v čase, umožňuje pridanie nových súčiastok a tak tiež umožňuje zmenu parametrov počas simulácie. Na sieťovú synchronizáciu v Unity sme po analýze viacerých frameworkov zvolili framework Photon Bolt, ktorý poskytuje dostatok funkcionalít v bezplatnej verzii a je jednoduchý na integráciu v Unity.

Výsledkom všetkých analýz bol prvý funkčný prototyp nášho projektu, kde sme sa primárne venovali implementácií pohybu a interakcií s objektami, konkrétne interakcia elektrických súčiastok s mriežkou (gridom). Do konca zimného semestra sme vytvorili druhý funkčný prototyp, ktorého cieľom bola podpora virtuálnej reality pre náš projekt.

Počas letného semestra budeme mať za úlohu implementovať synchronizačný framework Photon Bolt do nášho projektu pre podporu kolaboratívneho prostredia. Následne vytvoríme transformáciu elektrického obvodu skonštruovaného v gride na vstup do SpiceSharp knižnice, ktorí bude tento obvod následne simulovať.



# 1. PRÍLOHA A. GENEROVANÁ TECHNICKÁ DOKUMENTÁCIA

---

*Autor kapitoly: Patrik Tománek*

VRLab

Generated by Doxygen 1.8.20



|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| <b>1 Hierarchical Index</b>             | <b>1</b> |
| 1.1 Class Hierarchy                     | 1        |
| <b>2 Class Index</b>                    | <b>3</b> |
| 2.1 Class List                          | 3        |
| <b>3 File Index</b>                     | <b>5</b> |
| 3.1 File List                           | 5        |
| <b>4 Class Documentation</b>            | <b>7</b> |
| 4.1 CircuitBuilder Class Reference      | 7        |
| 4.1.1 Member Function Documentation     | 7        |
| 4.1.1.1 SpiceSharp_Viktor()             | 7        |
| 4.1.2 Member Data Documentation         | 7        |
| 4.1.2.1 output                          | 7        |
| 4.1.2.2 resistance                      | 8        |
| 4.1.2.3 string                          | 8        |
| 4.1.2.4 tran                            | 8        |
| 4.2 ComponentController Class Reference | 8        |
| 4.2.1 Member Function Documentation     | 8        |
| 4.2.1.1 rotatePins()                    | 9        |
| 4.2.2 Member Data Documentation         | 9        |
| 4.2.2.1 currentPins                     | 9        |
| 4.2.2.2 defaultPins                     | 9        |
| 4.2.2.3 insertedItemIC                  | 9        |
| 4.2.2.4 isInserted                      | 9        |
| 4.2.2.5 parentContainer                 | 9        |
| 4.3 gridboardController Class Reference | 10       |
| 4.3.1 Member Function Documentation     | 10       |
| 4.3.1.1 checkForConnections()           | 10       |
| 4.3.1.2 updateConnections()             | 10       |
| 4.3.2 Member Data Documentation         | 10       |
| 4.3.2.1 columns                         | 10       |
| 4.3.2.2 rows                            | 11       |
| 4.4 gridboardPosition Class Reference   | 11       |
| 4.4.1 Member Data Documentation         | 11       |
| 4.4.1.1 c_bottom                        | 11       |
| 4.4.1.2 c_left                          | 11       |
| 4.4.1.3 c_right                         | 11       |
| 4.4.1.4 c_top                           | 12       |
| 4.4.1.5 positionInGridboard             | 12       |
| 4.5 HandsController Class Reference     | 12       |
| 4.5.1 Member Function Documentation     | 12       |

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| 4.5.1.1 dropItem()                          | 12        |
| 4.5.1.2 getGrabbedItem()                    | 13        |
| 4.5.1.3 pickupItem()                        | 13        |
| 4.5.1.4 removeItem()                        | 13        |
| 4.5.2 Member Data Documentation             | 13        |
| 4.5.2.1 isGrabbed                           | 13        |
| 4.6 InsertController Class Reference        | 13        |
| 4.6.1 Member Function Documentation         | 14        |
| 4.6.1.1 insertItem()                        | 14        |
| 4.6.1.2 pullItem()                          | 14        |
| 4.6.1.3 snapItem()                          | 14        |
| 4.6.2 Member Data Documentation             | 14        |
| 4.6.2.1 isUsed                              | 14        |
| 4.7 InteractionController Class Reference   | 14        |
| 4.7.1 Member Data Documentation             | 15        |
| 4.7.1.1 Hands                               | 15        |
| 4.7.1.2 invisibleMaterial                   | 15        |
| 4.7.1.3 outlinedMaterial                    | 15        |
| 4.7.1.4 pickupRange                         | 15        |
| 4.7.1.5 playerCamera                        | 15        |
| 4.8 MovementController Class Reference      | 16        |
| 4.8.1 Member Data Documentation             | 16        |
| 4.8.1.1 gravity                             | 16        |
| 4.8.1.2 jumpSpeed                           | 16        |
| 4.8.1.3 lelel                               | 16        |
| 4.8.1.4 movementSpeed                       | 16        |
| 4.8.1.5 playerCamera                        | 17        |
| 4.9 SpiceSharpController Class Reference    | 17        |
| 4.9.1 Member Data Documentation             | 17        |
| 4.9.1.1 Button                              | 17        |
| 4.9.1.2 leverHinge                          | 17        |
| 4.9.1.3 sliderHandle                        | 17        |
| 4.9.1.4 sliderText                          | 17        |
| <b>5 File Documentation</b>                 | <b>19</b> |
| 5.1 CircuitBuilder.cs File Reference        | 19        |
| 5.2 ComponentController.cs File Reference   | 19        |
| 5.3 gridboardController.cs File Reference   | 19        |
| 5.4 gridboardPosition.cs File Reference     | 19        |
| 5.5 HandsController.cs File Reference       | 19        |
| 5.6 InsertController.cs File Reference      | 20        |
| 5.7 InteractionController.cs File Reference | 20        |

---

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 5.8 MovementController.cs File Reference . . . . .   | 20        |
| 5.9 SpiceSharpController.cs File Reference . . . . . | 20        |
| <b>Index</b>                                         | <b>21</b> |



# Chapter 1

## Hierarchical Index

### 1.1 Class Hierarchy

This inheritance list is sorted roughly, but not completely, alphabetically:

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| CircuitBuilder . . . . .        | 7  |
| MonoBehaviour                   |    |
| ComponentController . . . . .   | 8  |
| gridboardController . . . . .   | 10 |
| gridboardPosition . . . . .     | 11 |
| HandsController . . . . .       | 12 |
| InsertController . . . . .      | 13 |
| InteractionController . . . . . | 14 |
| MovementController . . . . .    | 16 |
| SpiceSharpController . . . . .  | 17 |





## Chapter 2

# Class Index

### 2.1 Class List

Here are the classes, structs, unions and interfaces with brief descriptions:

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <a href="#">CircuitBuilder</a>        | 7  |
| <a href="#">ComponentController</a>   | 8  |
| <a href="#">gridboardController</a>   | 10 |
| <a href="#">gridboardPosition</a>     | 11 |
| <a href="#">HandsController</a>       | 12 |
| <a href="#">InsertController</a>      | 13 |
| <a href="#">InteractionController</a> | 14 |
| <a href="#">MovementController</a>    | 16 |
| <a href="#">SpiceSharpController</a>  | 17 |



## Chapter 3

# File Index

### 3.1 File List

Here is a list of all files with brief descriptions:

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <a href="#">CircuitBuilder.cs</a>        | 19 |
| <a href="#">ComponentController.cs</a>   | 19 |
| <a href="#">gridboardController.cs</a>   | 19 |
| <a href="#">gridboardPosition.cs</a>     | 19 |
| <a href="#">HandsController.cs</a>       | 19 |
| <a href="#">InsertController.cs</a>      | 20 |
| <a href="#">InteractionController.cs</a> | 20 |
| <a href="#">MovementController.cs</a>    | 20 |
| <a href="#">SpiceSharpController.cs</a>  | 20 |



## Chapter 4

# Class Documentation

### 4.1 CircuitBuilder Class Reference

#### Public Member Functions

- void [SpiceSharp\\_Viktor](#) ()

#### Public Attributes

- double [output](#)
- double [resistance](#)
- Transient [tran](#)
- [string](#)

#### 4.1.1 Member Function Documentation

##### 4.1.1.1 SpiceSharp\_Viktor()

```
void CircuitBuilder.SpiceSharp_Viktor ( )
```

#### 4.1.2 Member Data Documentation

##### 4.1.2.1 output

```
double CircuitBuilder.output
```

#### 4.1.2.2 resistance

```
double CircuitBuilder.resistance
```

#### 4.1.2.3 string

```
CircuitBuilder.string
```

#### 4.1.2.4 tran

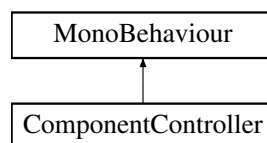
```
Transient CircuitBuilder.tran
```

The documentation for this class was generated from the following file:

- [CircuitBuilder.cs](#)

## 4.2 ComponentController Class Reference

Inheritance diagram for ComponentController:



### Public Member Functions

- void [rotatePins](#) (int count)

### Public Attributes

- bool[] [defaultPins](#) = new bool[4]
- bool[] [currentPins](#)
- GameObject [parentContainer](#)
- bool [isInserted](#)
- [InsertController](#) [insertedItemIC](#)

### 4.2.1 Member Function Documentation

#### 4.2.1.1 rotatePins()

```
void ComponentController.rotatePins (
    int count )
```

### 4.2.2 Member Data Documentation

#### 4.2.2.1 currentPins

```
bool [ ] ComponentController.currentPins
```

#### 4.2.2.2 defaultPins

```
bool [ ] ComponentController.defaultPins = new bool[4]
```

#### 4.2.2.3 insertedItemIC

```
InsertController ComponentController.insertedItemIC
```

#### 4.2.2.4 isInserted

```
bool ComponentController.isInserted
```

#### 4.2.2.5 parentContainer

```
GameObject ComponentController.parentContainer
```

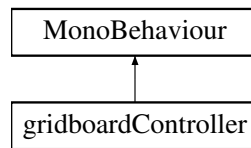
The documentation for this class was generated from the following file:

- [ComponentController.cs](#)



## 4.3 gridboardController Class Reference

Inheritance diagram for gridboardController:



### Public Member Functions

- void [checkForConnections](#) (GameObject HeldItem, GameObject slot)
- void [updateConnections](#) (GameObject HeldItem, GameObject slot)

### Public Attributes

- int [rows](#)
- int [columns](#)

### 4.3.1 Member Function Documentation

#### 4.3.1.1 checkForConnections()

```
void gridboardController.checkForConnections (
    GameObject HeldItem,
    GameObject slot )
```

#### 4.3.1.2 updateConnections()

```
void gridboardController.updateConnections (
    GameObject HeldItem,
    GameObject slot )
```

### 4.3.2 Member Data Documentation

#### 4.3.2.1 columns

```
int gridboardController.columns
```

#### 4.3.2.2 rows

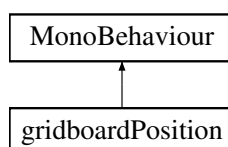
```
int gridboardController.rows
```

The documentation for this class was generated from the following file:

- [gridboardController.cs](#)

## 4.4 gridboardPosition Class Reference

Inheritance diagram for gridboardPosition:



### Public Attributes

- Vector2 [positionInGridboard](#)
- int [c\\_top](#)
- int [c\\_right](#)
- int [c\\_bottom](#)
- int [c\\_left](#)

### 4.4.1 Member Data Documentation

#### 4.4.1.1 c\_bottom

```
int gridboardPosition.c_bottom
```

#### 4.4.1.2 c\_left

```
int gridboardPosition.c_left
```

#### 4.4.1.3 c\_right

```
int gridboardPosition.c_right
```

#### 4.4.1.4 c\_top

```
int gridboardPosition.c_top
```

#### 4.4.1.5 positionInGridboard

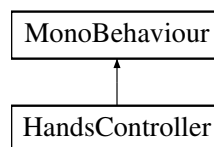
```
Vector2 gridboardPosition.positionInGridboard
```

The documentation for this class was generated from the following file:

- [gridboardPosition.cs](#)

## 4.5 HandsController Class Reference

Inheritance diagram for HandsController:



### Public Member Functions

- void [pickupItem](#) (GameObject item)
- GameObject [getGrabbedItem](#) ()
- void [removeItem](#) ()
- void [dropItem](#) ()

### Public Attributes

- bool [isGrabbed](#) = false

### 4.5.1 Member Function Documentation

#### 4.5.1.1 dropItem()

```
void HandsController.dropItem ( )
```

#### 4.5.1.2 getGrabbedItem()

```
GameObject HandsController.getGrabbedItem ( )
```

#### 4.5.1.3 pickupItem()

```
void HandsController.pickupItem (
    GameObject item )
```

#### 4.5.1.4 removeItem()

```
void HandsController.removeItem ( )
```

### 4.5.2 Member Data Documentation

#### 4.5.2.1 isGrabbed

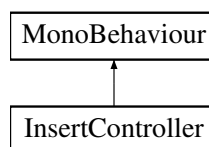
```
bool HandsController.isGrabbed = false
```

The documentation for this class was generated from the following file:

- [HandsController.cs](#)

## 4.6 InsertController Class Reference

Inheritance diagram for InsertController:



### Public Member Functions

- void [insertItem](#) ([HandsController](#) HC)
- void [snapItem](#) (GameObject item)
- void [pullItem](#) ()

## Public Attributes

- bool `isUsed` = false

## 4.6.1 Member Function Documentation

### 4.6.1.1 insertItem()

```
void InsertController.insertItem (
    HandsController HC )
```

### 4.6.1.2 pullItem()

```
void InsertController.pullItem ( )
```

### 4.6.1.3 snapItem()

```
void InsertController.snapItem (
    GameObject item )
```

## 4.6.2 Member Data Documentation

### 4.6.2.1 isUsed

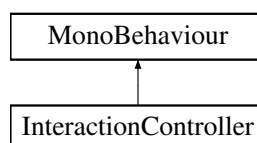
```
bool InsertController.isUsed = false
```

The documentation for this class was generated from the following file:

- [InsertController.cs](#)

## 4.7 InteractionController Class Reference

Inheritance diagram for InteractionController:



## Public Attributes

- Camera [playerCamera](#)
- GameObject [Hands](#)
- float [pickupRange](#) = 2
- Material [outlinedMaterial](#)
- Material [invisibleMaterial](#)

### 4.7.1 Member Data Documentation

#### 4.7.1.1 Hands

`GameObject InteractionController.Hands`

#### 4.7.1.2 invisibleMaterial

`Material InteractionController.invisibleMaterial`

#### 4.7.1.3 outlinedMaterial

`Material InteractionController.outlinedMaterial`

#### 4.7.1.4 pickupRange

`float InteractionController.pickupRange = 2`

#### 4.7.1.5 playerCamera

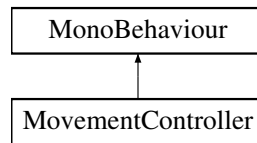
`Camera InteractionController.playerCamera`

The documentation for this class was generated from the following file:

- [InteractionController.cs](#)

## 4.8 MovementController Class Reference

Inheritance diagram for MovementController:



### Public Attributes

- float `movementSpeed` = 5f
- float `jumpSpeed` = 8f
- float `gravity` = 20f
- Camera `playerCamera`
- bool `lelel` = true

### 4.8.1 Member Data Documentation

#### 4.8.1.1 gravity

```
float MovementController.gravity = 20f
```

#### 4.8.1.2 jumpSpeed

```
float MovementController.jumpSpeed = 8f
```

#### 4.8.1.3 lelel

```
bool MovementController.lelel = true
```

#### 4.8.1.4 movementSpeed

```
float MovementController.movementSpeed = 5f
```

#### 4.8.1.5 playerCamera

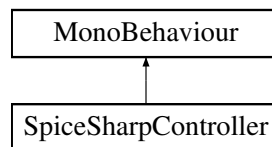
Camera MovementController.playerCamera

The documentation for this class was generated from the following file:

- [MovementController.cs](#)

## 4.9 SpiceSharpController Class Reference

Inheritance diagram for SpiceSharpController:



### Public Attributes

- GameObject [leverHinge](#)
- GameObject [sliderHandle](#)
- Text [sliderText](#)
- GameObject [Button](#)

### 4.9.1 Member Data Documentation

#### 4.9.1.1 Button

GameObject SpiceSharpController.Button

#### 4.9.1.2 leverHinge

GameObject SpiceSharpController.leverHinge

#### 4.9.1.3 sliderHandle

GameObject SpiceSharpController.sliderHandle

#### 4.9.1.4 sliderText

Text SpiceSharpController.sliderText

The documentation for this class was generated from the following file:

- [SpiceSharpController.cs](#)





## Chapter 5

# File Documentation

### 5.1 CircuitBuilder.cs File Reference

#### Classes

- class [CircuitBuilder](#)

### 5.2 ComponentController.cs File Reference

#### Classes

- class [ComponentController](#)

### 5.3 gridboardController.cs File Reference

#### Classes

- class [gridboardController](#)

### 5.4 gridboardPosition.cs File Reference

#### Classes

- class [gridboardPosition](#)

### 5.5 HandsController.cs File Reference

#### Classes

- class [HandsController](#)

## 5.6 InsertController.cs File Reference

### Classes

- class [InsertController](#)

## 5.7 InteractionController.cs File Reference

### Classes

- class [InteractionController](#)

## 5.8 MovementController.cs File Reference

### Classes

- class [MovementController](#)

## 5.9 SpiceSharpController.cs File Reference

### Classes

- class [SpiceSharpController](#)

# Index

Button  
    SpiceSharpController, 17

c\_bottom  
    gridboardPosition, 11

c\_left  
    gridboardPosition, 11

c\_right  
    gridboardPosition, 11

c\_top  
    gridboardPosition, 11

checkForConnections  
    gridboardController, 10

CircuitBuilder, 7  
    output, 7  
    resistance, 7  
    SpiceSharp\_Viktor, 7  
    string, 8  
    tran, 8

CircuitBuilder.cs, 19

columns  
    gridboardController, 10

ComponentController, 8  
    currentPins, 9  
    defaultPins, 9  
    insertedItemIC, 9  
    isInserted, 9  
    parentContainer, 9  
    rotatePins, 8

ComponentController.cs, 19

currentPins  
    ComponentController, 9

defaultPins  
    ComponentController, 9

droplItem  
    HandsController, 12

getGrabbedItem  
    HandsController, 12

gravity  
    MovementController, 16

gridboardController, 10  
    checkForConnections, 10  
    columns, 10  
    rows, 10  
    updateConnections, 10

gridboardController.cs, 19

gridboardPosition, 11  
    c\_bottom, 11

    c\_left, 11  
    c\_right, 11  
    c\_top, 11  
    positionInGridboard, 12

gridboardPosition.cs, 19

Hands  
    InteractionController, 15

HandsController, 12  
    droplItem, 12  
    getGrabbedItem, 12  
    isGrabbed, 13  
    pickUpItem, 13  
    removeItem, 13

HandsController.cs, 19

InsertController, 13  
    insertItem, 14  
    isUsed, 14  
    pullItem, 14  
    snapItem, 14

InsertController.cs, 20

insertedItemIC  
    ComponentController, 9

insertItem  
    InsertController, 14

InteractionController, 14  
    Hands, 15  
    invisibleMaterial, 15  
    outlinedMaterial, 15  
    pickupRange, 15  
    playerCamera, 15

InteractionController.cs, 20

invisibleMaterial  
    InteractionController, 15

isGrabbed  
    HandsController, 13

isInserted  
    ComponentController, 9

isUsed  
    InsertController, 14

jumpSpeed  
    MovementController, 16

lelel  
    MovementController, 16

leverHinge  
    SpiceSharpController, 17

MovementController, 16

- gravity, [16](#)
- jumpSpeed, [16](#)
- lelel, [16](#)
- movementSpeed, [16](#)
- playerCamera, [16](#)
- MovementController.cs, [20](#)
- movementSpeed
  - MovementController, [16](#)
- outlinedMaterial
  - InteractionController, [15](#)
- output
  - CircuitBuilder, [7](#)
- parentContainer
  - ComponentController, [9](#)
- pickupItem
  - HandsController, [13](#)
- pickupRange
  - InteractionController, [15](#)
- playerCamera
  - InteractionController, [15](#)
  - MovementController, [16](#)
- positionInGridboard
  - gridboardPosition, [12](#)
- pullItem
  - InsertController, [14](#)
- removeItem
  - HandsController, [13](#)
- resistance
  - CircuitBuilder, [7](#)
- rotatePins
  - ComponentController, [8](#)
- rows
  - gridboardController, [10](#)
- sliderHandle
  - SpiceSharpController, [17](#)
- sliderText
  - SpiceSharpController, [17](#)
- snapItem
  - InsertController, [14](#)
- SpiceSharp\_Viktor
  - CircuitBuilder, [7](#)
- SpiceSharpController, [17](#)
  - Button, [17](#)
  - leverHinge, [17](#)
  - sliderHandle, [17](#)
  - sliderText, [17](#)
- SpiceSharpController.cs, [20](#)
- string
  - CircuitBuilder, [8](#)
- tran
  - CircuitBuilder, [8](#)
- updateConnections
  - gridboardController, [10](#)