

**Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**Virtuálna škola
ikonicko-textová forma**

Diplomová práca

2024

Bc. Alexandra Javorská

**Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**Virtuálna škola
ikonicko-textová forma**

Diplomová práca

Študijný program: Informatika
Študijný odbor: 9.2.1. Informatika
Školiace pracovisko: Katedra počítačov a informatiky (KPI)
Školiteľ: doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

Košice 2024

Bc. Alexandra Javorská

Abstrakt v SJ

Táto záverečná práca sa zameriava na problematiku virtuálnej reality, počítačovej grafiky a interaktívnych grafických rozhraní s cieľom aplikovať ikonicko-textovú formu v kontexte virtuálnej reality. Na základe analýzy tejto problematiky sa navrhne aplikácia pre tvorbu a využitie vybraného učiva podporeného ikonicko-textovou formou, s dôrazom na možnosti technológií virtuálnej reality. Okrem toho sa práca zaoberá taktiež prípadným zapracovaním gamifikačných postupov. Implementuje sa navrhnutá aplikácia a doplnia ju potrebné scenáre, modely a ďalšie podporné prvky podľa pokynov vedúceho práce. Experiment vyhodnotí príslušnú aplikáciu na reálnych príkladoch. Celý proces návrhu a implementácie sa zdokumentuje podľa pokynov vedúceho práce.

Kľúčové slová v SJ

virtuálna realita, threeJS, virtuálna škola, ikonicko-textové vzdelávanie

Abstrakt v AJ

This thesis focuses on virtual reality, computer graphics and interactive graphical interfaces in order to apply the icon-text form in the context of virtual reality. Based on the analysis of this issue, an application will be proposed for the creation and use of selected curriculum supported by the iconic-textual form, with an emphasis on the possibilities of virtual reality technologies. In addition, the thesis also addresses the possible incorporation of gamification practices. The proposed application will be implemented and supplemented with the necessary scenarios, models and other supporting elements as directed by the thesis supervisor. The experiment evaluates the respective application on real examples. The whole design and implementation process will be documented according to the instructions of the thesis supervisor.

Kľúčové slová v AJ

virtual reality, threeJS, virtual school, icon-text education

Bibliografická citácia

JAVORSKÁ, Alexandra. *Virtuálna škola ikonicko-textová forma*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2024. 53s. Vedúci práce: doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
Katedra počítačov a informatiky

**ZADANIE
DIPLOMOVEJ PRÁCE**

Študijný odbor: **Informatika**

Študijný program: **Informatika**

Názov práce:

Virtuálna škola - ikonicko-textová forma

Virtual School - Iconic-Text Form

Študent:

Bc. Alexandra Javorská

Školiteľ:

doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

Školiace pracovisko:

Katedra počítačov a informatiky

Konzultant práce:

Pracovisko konzultanta:

Pokyny na vypracovanie diplomovej práce:

1. Naštudovať problematiku virtuálnej reality, počítačovej grafiky a interaktívnych grafických rozhraní.
2. Analyzovať naštudovanú problematiku s orientáciou na aplikáciu ikonicko-textovej formy v korelácii s možnosťami technológií virtuálnej reality.
3. Na základe bodu 2 a pokynov vedúceho práce navrhnúť programové vybavenie na báze virtuálnej reality pre tvorbu a využitie vybraného učiva podporeného ikonicko-textovou formou s prípadným zapracovaním gamifikačných postupov.
4. Na základe pokynov vedúceho práce implementovať programové vybavenie navrhnuté v bode 3 vrátane dotvorenia potrebných scenárov, modelov alebo ďalších podporných prvkov.
5. Experimentálne overiť a zhodnotiť príslušné programové vybavenie na príkladoch.
6. Vypracovať dokumentáciu podľa pokynov vedúceho práce.

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský

Termín pre odovzdanie práce: 19.04.2024

Dátum zadania diplomovej práce: 31.10.2023




.....
prof. Ing. Liberios Vokorokos, PhD.
dekan fakulty

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracoval(a) samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 19.4.2024

.....

Vlastnoručný podpis

Podakovanie

Na tomto mieste by som sa chcela úprimne poďakovať svojmu vedúcemu práce doc. Ing. Branislavovi Sobotovi, PhD. za jeho čas, trpezlivosť a vedenia počas celej mojej cesty s touto záverečnou prácou. Rovnako by som sa chcela poďakovať svojim rodičom a blízkym priateľom za ich nekonečnú podporu a povzbudenie, počas celého môjho štúdia.

Obsah

Úvod	1
1 Analytická časť	3
1.1 Virtuálna realita	3
1.1.1 Nepohlcujúca virtuálna realita	3
1.1.2 Plne pohlcujúca virtuálna realita	4
1.2 Rozšírená realita	4
1.3 Kolaboratívna realita	5
1.4 Počítačová grafika	5
1.4.1 Rastrová grafika	6
1.4.2 Vektorová grafika	7
1.5 Interaktívne grafické rozhrania	8
1.6 Analýza problematiky vzhľadom na edukatívnu, ikonicko-textovú aplikáciu	8
1.7 Analýza prostriedkov na účel implementácie riešenia	10
1.7.1 Nástroje na tvorbu interaktívneho grafického rozhrania	11
1.7.2 Pomôcky na interakciu s grafickým rozhraním	13
1.7.3 Analytický záver	14
2 Návrh	15
2.1 Konceptuálny model	16
2.2 Návrh scény	16
2.3 Návrh rolí v systéme	19
2.3.1 Návrh ukladania dát	23
3 Implementácia	25
3.1 Virtuálne prostredie	25
3.1.1 Priradovanie dvojíc	25
3.1.2 Hra ukladanie vecí	28
3.1.3 Hra pexeso	30

3.1.4	Hra puzzle	31
3.1.5	Hra tvary	32
3.1.6	Hra otáčanie kockami	33
3.1.7	Hra bludisko	35
3.2	Webové prostredie	36
3.2.1	Vytváranie testu priradovanie dvojíc	36
3.2.2	Vytváranie testu pre hru ukladanie veci	37
3.2.3	Vytvorenie nový dvojíc	39
3.2.4	Vytváranie ďalších hier	40
3.2.5	Prehľad testov a dvojíc	42
3.2.6	Priradovanie testov konkrétnym žiakom	42
3.2.7	Pridanie nového učiteľa a žiaka	43
4	Vyhodnotenie	45
4.1	Testovanie funkcií učiteľa	45
4.2	Testovanie funkcií žiaka	47
4.3	Záver vyhodnotenia	48
5	Záver	49
	Literatúra	51
	Zoznam príloh	54
A	Systemová príručka	55
B	Používateľská príručka	57

Zoznam obrázkov

1.1	Rozdiel medzi vektorovým a rastrovým obrázkom [6]	6
2.1	Konceptuálny model	16
2.2	Navigačný systém	17
2.3	Návrh základnej obrazovky	17
2.4	Návrh obrazovky pre učiteľa	18
2.5	Návrh obrazovky prehľad databázy	19
2.6	Diagram použitia žiaka	20
2.7	Diagram použitia učiteľa	20
2.8	Návrh obrazovky vytváranie dvojíc	21
2.9	Návrh obrazovky vytváranie testov	22
2.10	Diagram použitia admina	23
3.1	Menu obrazovky priradovanie dvojíc	26
3.2	Obrazovka priradovanie dvojíc	27
3.3	Stavový diagram posunu kartičky	27
3.4	Časti karty	28
3.5	Scéna hry ukladanie vecí	29
3.6	Scéna hry pexeso	31
3.7	Scéna hry puzzle	31
3.8	Scéna hry tvary	33
3.9	Scéna hry otáčanie kockami	34
3.10	Diagram vyhodnotenia správneho otočenia kocky	34
3.11	Rozdiel otočených obrázkov	35
3.12	Scéna bludiska	35
3.13	Obrazovka vytvárania testu priradovanie dvojíc	36
3.14	Obrazovka vytvárania novej scény	37
3.15	Obrazovka vytvárania inštrukcií pre žiaka	38
3.16	Obrazovka pridanie novej dvojice	39
3.17	Príklad špeciálnych obrázkov	40

3.18	Príklad klasické obrázky	40
3.19	Obrazovka vytvárania hry tvary	41
3.20	Obrazovka vytvárania hry pexeso	41
3.21	Obrazovka databáze testov	42
3.22	Ukážka testu v databáze	42
3.23	Obrazovka pridanie učiteľa	43
3.24	Obrazovka pridanie žiaka	44
4.1	Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre prvý scenár učiteľa	46
4.2	Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre druhý scenár učiteľa	46
4.3	Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre scenár žiaka	47
B.1	Prihlasovanie žiaka	57
B.2	Zadávanie hesla	58
B.3	Hlavné menu žiaka	58
B.4	Obrazovka hry priradovanie dvojíc	59
B.5	Hranie hry priradovanie dvojíc	59
B.6	Obrazovka hry pexeso	60
B.7	Hranie hry úexeso	60
B.8	Hra bludisko	61
B.9	Hra puzzle	61
B.10	Hra otáčanie dvojíc	62
B.11	Hra tvary	62
B.12	Hra ukladanie vecí	63
B.13	Obrazovka prihlasenia učiteľa	63
B.14	Obrazovka vytvorenia novej dvojice	64
B.15	Obrazovka vytvorenia hry tvary	65
B.16	Obrazovka vytvorenia hry pexeso	65
B.17	Obrazovka vyberania pexesa	66
B.18	Obrazovka vytvorené pexeso	66
B.19	Obrazovka vytvorenia hry priradovanie dvojíc	67
B.20	Obrazovka prezeranie dvojíc	67
B.21	Obrazovka prezeranie testov	68
B.22	Obrazovka tvorby hry ukladanie dvojíc	68
B.23	Obrazovka mazanie objektov v scéne	69
B.24	Obrazovka zmena materiálu	69
B.25	Obrazovka tvorba pokynov	70
B.26	Obrazovka tvorba hry bludisko	70

B.27 Obrazovka priradovanie testu k žiakovi 71

Úvod

Vstup do virtuálnej školy je ako vstup do nového sveta, ktorý ponúka nekonečné možnosti modernej edukácie. Klasické vyučovanie sa prelína s digitálnou formou, ktoré zahŕňajú aj nové moderné postupy. Virtuálna škola, ponúka nový pohľad na proces vzdelávania, a celkovú výučbu v školách. Prináša nové možnosti, ako spestriť vyučovací proces, ako žiakovi ponúknuť nové možnosti testovania, ako sú len klasické testy na papieri. Avšak tento proces vyučovania, zároveň prináša aj výzvy.

V dnešnom digitálnom svete, existuje už mnoho edukačných pomôcok, v podobe stránok, aplikácií alebo videí. Skoro každá škola je už technicky vybavená. Tento smer vyučovania sa každým dňom posúva ďalej. Neostáva to už len pri štandardných aplikáciami, ale rozšírilo sa to smerom k virtuálnej realite. Táto spôsob výučby je pre žiakov nadštandardne zaujímavý, a v poslednej dobe dosť rozšírený.

Avšak existujúce aplikácie, ktoré podporujú virtuálne prostredie, sú zvyčajne založené na koncepte moderných vyučovacích techník. Preto je zaujímavá myšlienka, spojiť tradičnú metódu, ktorú každý pozná. Iba s tým rozdielom, že sa zaobalí do virtuálneho sveta. Tou tradičnou metódou je ikonicko-textová forma. Na základe tejto formy sa dá vytvoriť mnoho zaujímavých hier a vyučovacích pomôcok, ktoré vedú byť následne zavedené skoro do každého predmetu, ktorý sa vyučuje v škole.

Cieľom tejto práce je vytvoriť učebnú pomôcku, ktorá nebude slúžiť len žiakom, ale aj učiteľom. Učiteľ bude vedieť vytvárať nový zaujímavý obsah pre žiaka, v podobe rôznych testov alebo hier. Takže obsah systému, bude stále dopĺňaný o veci, ktoré vytvára učiteľ. Žiak si vie otestovať svoje vedomosti a zručnosti, na rôznych úlohách a hier. Okrem toho vie vykonať test, ktorý mu zvolil učiteľ. Žiak tieto činnosti vykonáva vo virtuálnom prostredí, za účelom aby to bolo pre žiaka interaktívnejšie a pútavejšie.

Formulácia úlohy

Prvým krokom tejto diplomovej práce bude naštudovať danú problematiku virtuálnej reality. Následne sa oboznámiť s problematikou vzhľadom na tvorbu edukatívnej ikonicko-textovej aplikácie. Naštudovať aké učebné pomôcky, by mohli byť zahrnuté v aplikácií. Aby spĺňali danú ikonicko-textovú formu. Okrem toho aj identifikovať aj cieľovú skupinu, pre koho bude systém určený. Nakoniec v tomto kroku analyzovať, už konkrétne prostriedky, ktoré môžu byť použité pri implementácií. Zhodnotiť ich silné a slabé stránky a na základe toho, aká cieľová skupina bude vybraná, tak zvoliť aj vhodný prostriedok na implementáciu.

Ďalším krokom je návrh, v tejto časti sa zhotoví návrh systému, a taktiež sa vyberú už konkrétne vyučovacie pomôcky a hry, ktoré sa budú nachádzať v systéme. Autor práce v tejto časti, priblíži aj konkrétne rozdelenie roli v systéme. Patrí to medzi dôležitú časť celého systému, keďže každá rola vykonáva diametrálne rozličné úlohy, ale navzájom sú prepojené.

Nasleduje potom implementácia systému. V tejto časti sa priblíži postup, ako boli zhotovené jednotlivé úlohy, či už žiaka alebo učiteľa. Z čoho sa jednotlivé scény skladajú, ako je vyriešená mechanika ovládania a nakoniec ako je vykonané vyhodnotenie hry. Okrem vytvárania testov a hier, či už z pohľadu žiaka alebo učiteľa, sa v implementácii priblíži, akým spôsobom sa dajú pridávať noví používatelia do systému. A taktiež akým spôsobom vie učiteľ priradiť konkrétny test vybranému žiakovi.

Poslednou časťou je vyhodnotenie systému. To sa vykoná pomocou experimentu s vybranými účastníkmi, na konkrétnych scenároch použitia. Následne sa zhodnotí úspešnosť a celkový dojem zo systému. Vďaka experimentu, bude možné odhaliť slabé ale aj silné stránky programu.

1 Analytická časť

1.1 Virtuálna realita

Virtuálna realita predstavuje 3D prostredie, virtuálny svet, ktorý umožňuje používateľom ho skúmať a interagovať s ním, ako keby boli v ňom fyzický prítomný. Prostredie je vytvorené pomocou počítačového hardvéru a softvéru. Avšak na hlbšie ponorenie sa do virtuálneho sveta, používatelia budú potrebovať aj špeciálne zariadenia, ako sú prilby alebo okuliare. Obe prístupy k virtuálnej realite majú svoje výhody a nevýhody [1]. Pre lepšie pochopenie budú rôzne prístupy opísane v nasledujúcich podsekcích.

1.1.1 Nepohlcujúca virtuálna realita

Ide o virtuálnu realitu, ktorá sa zvyčajne vzťahuje na 3D prostredie, ktoré je prístupné prostredníctvom počítačovej obrazovky, nie sú potrebné zariadenia virtuálnej reality. Na realizáciu virtuálneho zážitku sa okrem počítača alebo smartfónu, používajú štandardné vstupné zariadenia, ako je klávesnica, myš alebo herný ovládač.

Medzi výhody takejto virtuálnej reality patrí to, že je dostupnejšia pre ľudí, keďže si nevyžaduje veľké investície do ďalších vstupných, výstupných alebo vstupno-výstupných zariadení. Taktiež používanie tejto reality, nevyvoláva u používateľov pocity nevoľnosti alebo závraty [2], tieto príznaky sa vedia prejaviť pri používaní plne pohlcujúcej virtuálnej realite.

Aj napriek obmedzeniam, sa pomocou tejto virtuálnej reality dá vytvoriť mnoho zaujímavých aplikácií. Používa sa aj na vytváranie simulácií ako napríklad letecký simulátor alebo simulátor v autoškole. Okrem toho sa často objavuje aj v zábavnom priemysle, a to hlavne v počítačových hrách.

1.1.2 Plne pohlcujúca virtuálna realita

Tento typ virtuálnej reality, poskytuje najlepší virtuálny zážitok, keďže používateľ vťahne priamo do digitálneho prostredia [3]. Avšak pri používaní tejto virtuálnej reality, nepostačujú štandardné zariadenia. Je na to potrebné špeciálne vybavenie, ako sú okuliare, prilby, rukavice alebo pohybové ovládače. Vďaka týmto zariadeniam, je možné vnímať objekty ako skutočné a manipulovať s nimi. Používatelia sa taktiež môžu voľne pohybovať vo virtuálnom svete. Tieto špeciálne zariadenia majú schopnosť, plne komunikovať s prostredím.

Využíva sa hlavne v oblasti zábavy, avšak preniká aj do vzdelania aj do zdravotníctva. Pomocou tejto technológie je možné vykonávať aj kompletnú operáciu, čo uľahčí štúdium budúcich doktorov.

Táto virtuálna realita rastie každým dňom na popularite, čo vedie aj k neustálemu zlepšovaniu a experimentovanie v tejto problematike. Napríklad, okrem zrakového, zvukového a dotykového zmyslu, sa už experimentovalo aj s pridaním čuchu.

1.2 Rozšírená realita

Jedná sa o príbuznú oblasť virtuálnej reality, v rozšírenej realite sa virtuálna simulácia prekrýva s prostredím reálneho sveta. V podstate rozšírená realita zlepšuje alebo rozširuje reálny svet o digitálnu informáciu.[4]

Väčšina aplikácií rozšírenej reality fungujú prostredníctvom mobilných smartfónov alebo tabletov. Tak nájdú sa aj oblasti, kde je lepšie použiť okuliare alebo prilby. Ide hlavne o výrobné a priemyselné prostredia, kde je potrebné aby človek mal voľné ruky, ktoré potrebuje k práci.

Využitie rozšírenej reality má široký záber od zábavy, až po praktické veci v živote. Vie to pomôcť aj pri nakupovaní. Zákazník si nevie predstaviť, ktorá pohovka sa mu viac hodí do bytu, tak pomocou smartfónu si vie vizualizovať miestnosť, aj s daným kusom nábytku. Pomáha to aj pri online nakupovaní, keď si zákazník nevie predstaviť, ktoré okuliare by sa mu viac hodili. Dnes už veľa svetových značiek prišli s vlastnou aplikáciou, ktorá využíva zmiešanú realitu, a to pomáha zákazníkom pri nakupovaní. Táto realita je obľúbená aj na sociálnych sieťach, kde si používatelia môžu vyskúšať rôzne filtre. A taktiež v mobilných hrách.

1.3 Kolaboratívna realita

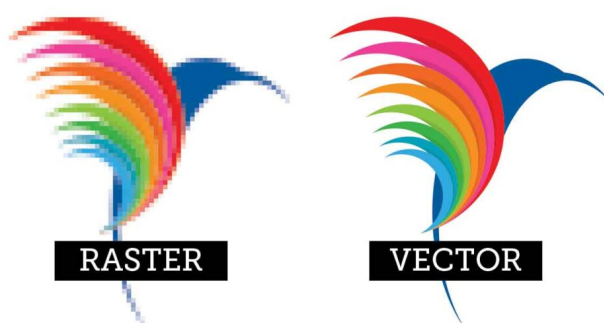
Je to druh virtuálnej reality, v ktorom sa vedia ľudia z rôznych krajín stretnúť spoločne vo virtuálnom prostredí v reálnom čase [5]. Účastníci sa navzájom medzi sebou vidia, počujú a aj komunikujú. Každý jednotlivec je reprezentovaný ako premietaná 3D postava. A používatelia zvyčajne medzi sebou komunikujú prostredníctvom mikrofónov a náhlavných súprav.

Kolaboratívna realita sa využíva vo vzdelávaní, pomocou nej sa vedia učitelia spolu so študentami stretávať vo virtuálnych učebniach. Medzi hlavné benefity patrí pútavejšie a efektívnejšie učenie, v rôznych profesiách od lekárskejších až po letectvo. Ďalej sa využíva aj pri zábave a sociálnej interakcia. Patria sem virtuálne koncerty, umelecké vernisáže, alebo hry. Okrem konkrétnych oblastí sa využíva aj na spoluprácu medzi ľuďmi, ktorí sú fyzicky ďaleko od seba. Prináša to revolúciu v práci na diaľku, kde sa vedia kolegovia stretávať spoločne vo virtuálnych kanceláriách alebo zasadačkách. A dokážu navzájom pracovať a komunikovať, aj keď fyzický sa nenachádzajú pri sebe.

1.4 Počítačová grafika

Počítačová grafika je technológia, pomocou ktorej je možné vytvoriť, zobrazíť a modifikovať zobrazenie grafickej informácie v digitálnej podobe. Je možné ju tak tiež chápať ako kus Informatiky, matematiky a umenia, pričom má širokú škálu použitia. Medzi najčastejšie scenáre použitia patrí film, internet, hry a rôzne médiá.

Počítačovú grafiku je možné rozdeľovať podľa viacerých kritérií. V rámci tejto diplomovej práce sa zanalyzujú dve spôsoby rozdelenia. Tým prvým bude delenie na základe toho, ako sú jednotlivé útvary vytvárané a uložené. Do tejto kategórie patrí **rastrová** a **vektorová** grafika. Tieto typy grafík budú bližšie opísané v nasledujúcich kapitolách.



Obr. 1.1: Rozdiel medzi vektorovým a rastrovým obrázkom [6]

Následne je možné deliť počítačovú grafiku aj podľa toho, či s ňou a jej obsahom používateľ vie nejakým spôsobom interagovať. Do tohto rozdelenia patrí **interaktívna** a **neinteraktívna** grafika.

Pokiaľ sa hovorí o interaktívnej grafike, je tu možné zaradiť počítačovú grafiku s ktorou používateľ vie vykonať istý druh interakcie. Ukážkovým príkladom môžu byť počítačové hry. V rámci nich používateľ priamo zasahuje do generovania počítačovej grafiky, čím ovplyvní výslednú podobu obrázku. Pre lepšie pochopenie sa použije scenár, používateľ pred sebou vidí prekážku. Nakoľko ju chce preskočiť, stlačí tlačidlo pre skok na hernom ovládači. Tento ovládač na základe stlačenej klávesy vytvorí signál ktorý sa pošle do počítača. Ten signál spracuje, a vygeneruje sekvenciu obrázkov, v ktorých používateľ skáče. V tomto príklade používateľ zmenil výsledný obraz stlačením tlačidla.

Pre neinteraktívnu grafiku platí, že používateľ nevie nijakým spôsobom zasahovať do výslednej podoby obrázka, respektíve nevie po vygenerovaní s ňou nijak interagovať. Príkladom môžu byť obrázky zobrazené na webových stránkach.

1.4.1 Rastrová grafika

Pokiaľ je obrázok zobrazený vo forme rastrovej grafiky, zobrazí sa ako zoskupenie viacerých bodov do mriežky. Veľkosť tejto mriežky, a teda veľkosť obrázka sa dá určiť počtom bodov na výšku krát počet na šírku. Tieto body sa nazývajú pixely. Pomocou nich, respektíve na základe ich počtu alebo hustoty vieme deterministicky určiť rozlíšenie obrázka. To sa udáva v DPI (Dots Per Inch) alebo PPI (Pixels Per Inch). Každý pixel, v rámci rastrovej grafiky, obsahuje vlastnosti medzi, ktoré patrí pozícia, farba, prehľadnosť a ostatné.

Jednou z najdôležitejších vlastností je práve pozícia, nakoľko je pre každý pixel v rámci jedného obrázka unikátna, a teda dva pixely na jednom obrázku nemôžu

mať rovnakú pozíciu. Skladá sa z dvoch súradníc - x (riadok) a y (stĺpec).

Ďalšou dôležitou vlastnosťou pixelu je farba. Tá je v rámci pixelu zakódovaná, pričom spôsob a zložitosť zakódovania závisí práve od farebnej hĺbky, ktorou sa chce farebnosť obrázka vyjadriť [7]. Farba sa dá vyjadriť pomocou farebného modelu, v rámci, ktorého sú jednotlivé pixely opísané napríklad zmiešaním základných farieb. Pre lepšie pochopenie, v prípade že sa jedná o obrázok, ktorý obsahuje len dve farby, ktorými sú čierna a biela, na zakódovanie farby mu stačí jeden bit, pričom v prípade, že bude mať pixel hodnotu 1 bude reprezentovaný bielou, a v prípade, že bude obsahovať hodnotu 0, tak čiernou farbou.

Zložitejšie to je však pri obrázkoch, ktoré obsahuje viaceré farby alebo odtiene farieb. V súčasnosti je farba pixelov zvyčajne zakódovaná na 3 bytoch a ten 24 bitoch, pričom každý jeden byte nadobúda hodnota 0 až 255, kde 255 predstavuje najsýtejšiu farbou. Prvý byte obsahuje hodnotu červenej, druhý zelenej a tretí byte obsahuje hodnotu modrej farby.

V prípade veľkorozmerných obrázkov prichádza problém s pamäťou, ktorú zaberajú. Novšie zariadenia disponujú podstatne väčším úložiskom než tomu bolo v minulosti, problém prichádza v prípade využitia rastrových obrázkov, napríklad na webových stránkach, kde sa každý obrázok musí v rámci stránky načítať. Tu môže nastať problém v prípade, že stránka obsahuje veľký počet obrázkov. Práve preto sa pri ukladaní obrázkov využíva kompresia. Pomocou nej je možné redukovať výslednú veľkosť obrázku a vie ju rozdeliť na stratovú a bezstratovú. V prípade stratovej, pri každej zmene a opätovnom uložení obrázka sa natrvalo vymažú niektoré dáta. Po viacerých takýchto cykloch sa môže stať, že obrázok bude pôsobiť rozmazane a zničené. Príkladom môžu byť obrázky uložené vo formáte JPEG. Na druhej strane bezstratová kompresia uchováva ďaleko viac dát o daných pixeloch než stratová. To si však vyberá daň na veľkosti výsledných obrázkov, ktoré sporadicky zaberajú viac miesta. Typickým príkladom sú súbory PNG. To oproti formátu JPEG podporuje aj prehľadnosť, a teda je možné obrázku pridať transparentné pozadie.

1.4.2 Vektorová grafika

Na rozdiel od rastrovej, je vektorová grafika vyjadrená pomocou množstva objektov, ktorými môžu byť body, čiary a krivky [8]. Ich tvar je vyjadrený alebo popísaný pomocou matematických vzorcov. Nakoľko veľkosť obrázka nie je definovaná fixným počtom bodom, ale matematickými vzorcami, veľkosť obrázka je prakticky nekonečná. Pomocou toho si vie vektorový obrázok zachovať svoju kvalitu aj v prípade akéhokoľvek zväčšenia alebo zmenšenia. V tomto ma oproti

obrázku uloženého v rastrovej forme výhodu, nakoľko keď sa rastrový obrázok príliš priblíži, je možné pozorovať jednotlivé pixely, čo obrázku uberá na jeho kvalite. Vzhľadom na to, že vektorové obrázky poskytujú flexibilitu, často sú používané na tvorbu logo typov, ikon a štýlov textov.

Každý objekt v rámci vektorovej grafiky má svoje definované atribúty, ktoré môžu zahŕňať polohu, veľkosť, farbu, tvar atď. Napríklad, bod v rámci vektorovej grafiky je definovaný svojou pozíciou (x , y súradnice), pričom čiara alebo krivka je definovaná súborom bodov v priestore. Farby v rámci vektorovej grafiky sa obvykle definujú pomocou farebných modelov, ktoré môžu byť zložitejšie ako jednoduché kódovanie farieb v rastrovej grafike.

1.5 Interaktívne grafické rozhrania

Ako sa vyššie spomína, GUI je už konkrétny typ interaktívneho grafického rozhrania. Toto rozhranie by malo poskytovať intuitívny a interaktívny spôsob, ako môžu používateľa vykonávať rôzne úlohy na počítači. Ako bolo spomenuté grafické používateľské rozhranie sa používa v operačných systémov, a to na otváranie a zatváranie súborov, spúšťanie aplikácií a celkovej manipulácii súborov a priečinkov.

Okrem spomenutých operačných systémov, sa GUI používa aj v rôznych webových stránkach a aplikáciách. Ďalšie príklady môžu byť nasledovne.

- Herné rozhranie, skoro v každej hre sa nachádza herné menu, pomocou ktorého si vyberá hráč, čo chce vykonať. Či už chce spustiť hru, alebo pozrieť nastavenia hry, alebo ukončiť hru.
- Aplikácie, aby sa to konkretizovalo uvedie sa príklad aplikácie na kreslenie skicár. Grafické používateľské rozhranie, tejto aplikácii, obsahuje rôzne nástroje, ako je úprava farebnosti, zmenšenie a zväčšenie, orezanie, pridanie textu a mnoho ďalších.

1.6 Analýza problematiky vzhľadom na edukatívnu, ikonicko-textovú aplikáciu

Nakoľko témou tejto práce je virtuálna škola, v rámci analytickej časti sa taktiež rozoberie spôsob, ako je možné implementovať edukačné procesy v rámci virtuálneho prostredia. Pred tým, než sa začne s analýzou tejto problematiky, je potrebné

stanoviť faktory, na základe ktorých je možné definovať edukačné virtuálne prostredie. Faktory ovplyvňujúce tvorbu virtuálneho edukačného prostredia:

1. Vek cieľovej kategórie
2. Výber druhu edukačnej činnosti
3. Druh a prostriedky interakcie s virtuálnym prostredím

Základným parametrom pri tvorbe aplikácie, ktorá ma slúžiť ako edukačná pomôcka je vek cieľovej kategórie. Od neho sa odvíjajú všetky ostatné veci. V prípade mladej vekovej kategórie, je potrebné vytvoriť prostredie, ktoré bude čo najviac atraktívne, nakoľko deti radi veci objavujú a skúmajú [9]. To je možné docieľiť pridaním rôznych objektov, veľkou škálou farebnosti, a ľahkou modifikáciou prostredia. Hoc modifikáciu prostredia deti nebudú môcť priamo ovládať, bude slúžiť hlavne učiteľom, administrátorom alebo správcom aplikácie, aby v prípade potreby mohli ľahko prispôbiť prostredie pre konkrétnu skupinu detí. Príkladom môže byť odstránenie objektov, ktoré by sa deťom nemuseli páčiť, alebo ich mohli vystrašiť ako môžu byť pavúky, alebo len jednoduchá zmena farby stien a pozadia, aby sa deti cítili lepšie. Spôsob, akým je hra alebo aktivita deťom poskytnutá, je rovnako dôležitá [10] ako samotná aktivita, ktorá slúži na vzdelanie.

V prípade dospelých ľudí a seniorov, sa väčší dôraz kladie na samotnú edukačnú aktivitu ako na spôsob, akým je dodávaná. Na základe toho je možné skonštatovať, že samotná implementácia by mala pre nich byť jednoduchá, aby sa vyhlo rušivým a metúcim vplyvom.

Druhým parametrom je samotná činnosť pomocou, ktorej chce tvorca aplikácie používateľa vzdelávať. Dôležité je zohľadnenie časovej a finančnej nákladovosti. Niektoré činnosti, ktoré sa v rámci virtuálnej reality majú vzdelávať, môžu hlavne po finančnej stránke byť na toľko náročné, že po prirátaní časovej zložitosti je prospech pre používateľa veľmi obmedzený. Je teda veľmi dôležité, aby v prípade tvorby virtuálnej aplikácie na vzdelávanie boli vzhľadom na zdroje vybrané optimálne aktivity.

Tretím základným parametrom pri tvorbe edukačnej aplikácie vo virtuálnej realite je spôsob, akým je činnosť podaná, a pomocou akých nástrojov je možné ju ovládať. Pri nej je nesmierne dôležité, aby činnosť, respektíve vec, ktorú chce aplikácia vzdelávať, bola podaná tým správnym spôsobom, a aby bola hra ľahko ovládateľná. Príkladom môže byť ukážka pôsobenia gravitácie na teleso, kde na túto činnosť existujú dve implementácie. Prvou je video so zvukom a textom kde používateľ sleduje vopred nahraný scenár a nijakým spôsobom s ním nevie interagovať. Druhou implementáciou je hra vo virtuálnej realite, kde používateľ

má svojho avatara, ktorý sa nachádza v miestnosti spolu s ďalšími objektami, s ktorými vie interagovať. Táto mini hra obsahuje aj jednoduché menu, pomocou ktorého vie používateľ zmeniť pôsobenie gravitácie a predmety s rôznou váhou, ako je napríklad pierko, bowlingová guľa a kilo cementu. Nakoľko sa jedná o interaktívne rozhranie, scenár, ktorý je vopred definovaný môže používateľ, v rámci možností danej hry rôzne modifikovať. A teda môže pozorovať padanie pierka pri gravitácií na Zemi, a následne na Venuši, pomocou čoho vie odpozorovať ako gravitácia vplýva na telesá. Treba taktiež brať do úvahy ako sa používateľ bude v rámci prostredia pohybovať a ako bude s vybranými objektami interagovať. V prípade zložitého ovládania, môže byť používateľ frustrovaný, a celá aplikácia, respektíve činnosť, pomocou ktorej sa má vzdelávať, stráca význam nakoľko zameranie používateľa je na ovládanie samotnej aktivity.

1.7 Analýza prostriedkov na účel implementácie riešenia

Predtým, než sa začne s analýzou prostriedkov, prostredníctvom ktorých sa bude samotná implementácia realizovať, je potrebné stanoviť pre koho bude aplikácia určená, a akú výslednú hodnotu má poskytovať [11].

Ako už samotný názov tejto diplomovej práce napovedá, samotná implementácia sa venuje tvorbe edukačnej aplikácie, zasadenej do školského prostredia vo virtuálnej realite, určená pre žiakov a učiteľov. Ako bude neskôr v návrhu opísané, samotná aplikácia sa skladá z dvoch hlavných častí – z prvej, ktorá je určená pre učiteľa, a druhej, ktorá je určená pre žiaka. Učiteľ v rámci svojej časti bude schopný vytvárať materiály pre rôzne hry určené pre žiaka (ako sú napríklad ikonicko-textové dvojice, alebo samotné testy zložené práve z nich). Čo sa týka žiaka, ten v rámci aplikácie bude schopný sa prihlásiť pod svojou identitou a zvoliť si edukačnú činnosť, respektíve hru, ktorú chce vykonávať, pričom po ukončení hry bude oboznámený o jej úspešnom alebo neúspešnom dokončení.

Vzhľadom na cieľovú kategóriu používateľov tejto aplikácie, je potrebné adekvátne navrhnuť rozhranie aplikácie, ktoré by malo byť zamerané ako pre žiaka tak aj pre učiteľa [12]. Samotný návrh aplikácie a jej komponentov bude opísaný v nasledujúcej kapitole, no ešte predtým je potrebné zvoliť konkrétne nástroje, pomocou ktorých je možné aplikáciu implementovať. Tie sa rozdelia na dve kategórie. Prvou budú nástroje na tvorbu interaktívneho rozhrania a druhou budú samotné pomôcky prostredníctvom ktorých bude možné s rozhraním možné interagovať. Následne v osobitnej pod sekcii bude vytvorený analytický zaver v rámci ktorého

budú vybrané konkrétne nástroje ktoré boli pri vývoji použité. V rámci nich bude potrebné zohľadniť hlavne dostupnosť, náročnosť pri používaní a cenu [13].

1.7.1 Nástroje na tvorbu interaktívneho grafického rozhrania

Aktuálne sú v ponuke mnohé nástroje na tvorbu interaktívnych grafických prostredí zasadených do virtuálnej reality. V rámci tejto pod sekcie boli vybrané dostupné, a zároveň najviac vyhovujúce nástroje. V rámci širokej ponuky nástrojov, ktoré sú k dispozícii je možné vytvoriť dve základné kategórie. Prvou kategóriou sú herné enginy a tou druhou sú rôzne programovacie rámce (frameworky) pomocou ktorých je možné virtuálne interaktívne prostredie vytvoriť.

Herné Enginy

Tie možno chápať ako softvér, prostredníctvom ktorého je možné tvoriť 2D a 3D hry. Samotných herných enginov je na trhu mnoho, avšak v rámci Unity [14] spolu s Unreal Engine [15] sú verejne najviac známe a používané. Aj keď samotný názov „herný engine“ naznačuje tvorbu hier, tento typ softvéru nie je limitovaný len na tento úkon. Medzi ďalšie potencionálne použite patrí vytváranie aplikácií pre rozšírenú a virtuálnu realitu, a tvorba aplikácií pre web, mobil a počítač zložených z 3D objektov.

Samotný proces tvorby virtuálneho prostredia je mierne komplikovaný, čo je zapríčinené pomerne komplexnými vývojovými rozhraniami ktoré jednotlivé herné enginy poskytujú. Tie sú komplexné hlavne kvôli tomu, že poskytujú naozaj širokú škálu funkcionality, ktorá je mnoho krát navýšená o používateľské pluginy. Tie rozširujú funkcionalitu samotného herného enginu napríklad o vývoj vo VR pre rôzne druhy ovládačov. V prípade že sa jedná o skúseného používateľa, respektíve vývojára pre herný engine, je tvorba samotného prostredia pomerne jednoduchá, nakoľko už je oboznámený s vývojovým prostredím, a väčšina vývoja funguje prostredníctvom technológie drag-and-drop a pomocou rôznych typov inspectorov. Nie je teda potreba znalosti programovania, a v prípadoch kde áno, tak úplne postačí začiatočnícka úroveň. V prípade nového používateľa, ktorý s takýmto typom softvéru nemá žiadnu skúsenosť, môže byť samotné vývojové prostredie a jeho veľký počet funkcionalít metúce, a bude trvať nejaký čas kým sa ho naučí používať.

Ďalším dôležitým parametrom ktorý treba zohľadniť je dostupnosť výslednej aplikácie. Doba sa posúva dopredu, a spoločne s ňou aj herné enginy. Tie boli niekedy limitované len na standalone aplikácie, čo sa zmenilo, a aktuálne ponú-

kajú aj riešenia, prostredníctvom ktorých je možné nahráť aplikáciu na webové [16] popri prípade mobilné [17] prostredie. Hlavnou výhodou standalone aplikácií je to, že je možné ich používať aj bez pripojenia na internet (pokiaľ si to samotná implementácia hry nevyžaduje). Horšie to je však s hardvérovými požiadavkami ktoré si aplikácie vyžadujú. V prípade slabších strojov, na ktorých aplikácia je spustená, môže dôjsť k nepríjemnému sekaniu, ktoré celý pôžitok z používania aplikácie skazí.

Čo sa týka ceny, tak obe softvérové riešenia poskytujú bezplatný plán. Ten je zväčša limitovaný podľa veľkosti peňažného zisku a počtu stiahnutí vytvorenej aplikácie. Nakoľko táto práca je zameraná na virtuálnu školu, a teda bezplatnú aplikáciu, kde počet žiakov je nízky, v prípade výberu jedného z herných engineov v implementácii bude bezplatný plán plne postačujúci.

Programovacie rámce (Frameworky)

Frameworky na tvorbu interaktívnych virtuálnych prostredí je možné chápať ako súbor funkcií, pomocou ktorých je možné rozhrania vytvárať, modifikovať a mazať. V dnešnej dobe existuje mnoho frameworkov a tak aj pochopiteľné, že existuje mnoho práve takých, pomocou ktorých je možné vytvárať aplikácie vo virtuálnej realite. Medzi tie najznámejšie a najviac rozšírené patrí WebGL, three.js, A-Frame a Babylon.js. Stavebným kameňom všetkých je však práve prv spomínaný WebGL, ktorý je v podstate JavaScript API pre renderovanie 2D a 3D grafiky v podporovaných internetových prehliadačoch bez použitia akýchkoľvek pluginov.

Na využívanie programovacích rámcov je potrebné aby vývojár aplikácie ovládal programovací jazyk, pomocou ktorého je rámec vytvorený a taktiež je potrebné aby si naštudoval funkcie ktoré dané programové rámce poskytujú a na akom princípe fungujú. Ako už bolo spomenuté základným frameworkom je práve WebGL. Programové rámce threeJS a BabylonJS slúžia ako API vyššej úrovne pre jednoduchšie využívanie WebGL funkcionality [18], na ktorej sú zároveň postavené. V prípade rámca A-frame sa hovorí o API ešte vyššej úrovne, ktoré je postavené na rámci threeJS. Čo sa týka samotného vývoja aplikácie pomocou spomenutých rámcov je v celku jednoduchú. Samotné vytváranie a modifikácia scén a objektov je pomerne jednoduché, sprostredkované použitím špecifických funkcií.

Aplikácie vytvorené pomocou programovacích rámcov sú dostupné ako webové aplikácie ktoré sú dostupné vo forme webovej stránky prostredníctvom zvoleného webového prehliadača [19]. Kvôli tomu je aplikácia dostupná len na zariadeniach ktoré majú prístup na internet, čo v niektorých prípadoch môže byť nevýhoda. Naopak silnou stránkou aplikácii vytvorených pomocou programo-

vacích rámcov sú nízke hardvérové nároky. Aplikácie je tak možné spustiť aj na slabších zariadeniach. V prípade ceny, je použitie spomenutých frameworkoch bezplatné.

1.7.2 Pomôcky na interakciu s grafickým rozhraním

Pomôcky, prostredníctvom ktorých je aplikácia zobrazená, a pomocou ktorých je s ňou možné interagovať môžu zásadne ovplyvniť pocit používateľa z aplikácie. Práve preto je potrebné zvoliť správne pomôcky, ktoré vytvoria balans medzi používateľským zážitkom, cenou a zložitou implementáciou. V rámci toho je možné vytvoriť dve kategórie, pomocou ktorých vieme tieto nástroje deliť:

1. Nástroje s aktívnym využitím virtuálnej reality
2. Nástroje s pasívnym využitím virtuálnej reality

Prvá skupina a teda sada nástrojov s aktívnym využitím virtuálnej reality sa snažia o to, aby pôžitok z používania aplikácie bol čo najviac realistický a aby si to používateľ užil. Zvyčajne sa jedná o headset v kombinácii s ovládačmi ako sú napríklad joysticky. Čo sa týka headsetov, tak tie môžu byť samostatné, a teda nepotrebujú byť pripojené k počítaču alebo inému zariadeniu, a následne sú tie, ktoré slúžia len ako zobrazovacia jednotka a teda potrebujú byť pripojené k zariadeniu, ako je napríklad počítač alebo PlayStation. V prípade samostatných headsetov, medzi najpopulárnejšie jednoznačne patrí Meta Quest 3 alebo nedávno vydané Apple Vision Pro. Tie síce nepotrebujú počítač prostredníctvom ktorého sú aplikácie spustené, na druhej strane zväčša disponujú kratšou výdržou batérie. Čo sa týka zobrazovacích headsetov tak tu možno zaradiť PSVR 2 pre PlayStation, alebo Valve Index pre PC. Väčšina headsetov prichádza už spolu s joystickami.

Čo sa týka druhej kategórie, a teda nástroje s pasívnym využitím virtuálnej reality, používateľ prichádza o plnohodnotný zážitok z používania samotnej aplikácie. Hoc je aplikácia vytvorená vo virtuálnom prostredí, používateľ do virtuálnej reality prenesený nebude, a bude to sledovať na klasickom zobrazovacom zariadení, podobne tomu, ako keď pozerá film. Do tejto kategórie zapadajú monitory, kde na ovládanie sa zvyčajne používa klávesnica myš, ale môžu aj rôzne variácie joystickov. Avšak v prípade tejto kategórie existujú výnimky. Prvou môže byť využitie anaglyfov. Je to stereoskopická technika, kde pomocou špeciálnych okuliarí s modrým a červeným filtrom vnímame obrázok ako by sa premietal v priestore. To sa dá využiť napríklad aj v aplikáciách, a tak za pomerne nízku cenu,

je možné sprostredkovať 3D pôžitok. Príkladom môže byť napríklad hra Trackmania Nation Forever, kde je v menu možné zapnúť anaglyfický zobrazenie. Ďalšou výnimkou sú špeciálne monitory, ktoré sú drahé, avšak aj bez použitia okuliari je možné spozorovať 3D efekt

1.7.3 Analytický záver

Nakoľko sa jedná o aplikáciu Virtuálnej školy zameranú na ikonicko-textové vzdelávanie, samotná implementácia nebude príliš komplikovaná, a nebude si vyžadovať komplexné objekty. Ďalším parametrom, na ktorý sa myslelo v rámci zvolenia správnej technológie na vývoj aplikácie boli počítače, na ktorých bude aplikácia spustená. Ako už tomu názov napovedá bude sa jednať o stroje v školskom prostredí, ktoré mnoho krát sú staršie a tak výkon ktorý poskytujú je nízky. Vzhľadom na tieto fakty, sa na vývoj aplikácie vybral programovací rámec thre-eJS. Vzhľadom k ostatným frameworkom poskytuje balans medzi jednoduchým používaním, a zároveň možnosti ovládania a modifikácie objektov. Výsledkom návrhu a implementácie bude teda webová aplikácia vytvorená pomocou thre-eJS. Čo sa týka ovládania, tu sa zvolila myš a klávesnica, pričom virtuálne časti aplikácie bude možné sledovať aj vo virtuálnej realite prostredníctvom headsetu, čo pocit z používania aplikácie prehľbi. Myš a klávesnica sa zvolila z dôvodu že je súčasťou takmer každej počítačovej zostavy a tak je finančne nenáročná. V prípade ovládačov by pôžitok z používania aplikácie mohol byť reálnejší, a používateľ by si ho mohol viac užiť, avšak po finančnej stránke by to bolo pomerne náročné.

2 Návrh

Po naštudovaní danej problematiky a vykonaní analýzy. Prišlo sa k záveru, že systém bude určený pre žiakov a učiteľov druhého stupňa. Môže byť určený na vyučovanie akéhokoľvek predmetu, keďže sa jedná o ikonicko-textovú formu. A to v podobe nasledovnej:

Slovenský jazyk

V jazykovej disciplíne syntax, ktorá skúma syntaktickú výstavbu textu. Aj pomocou obrázkov sa vedia skladať rozličné vety. Tie následne môžu žiaci spolu s učiteľmi, ďalej skúmať, či už podľa obsahu vety alebo podľa zložitosti viet. Okrem viet môžu pozorovať aj slovné druhy, pretože každé slovo vieme zaradiť do konkrétnej kategórie. Jednotlivým obrázkom vieme priradiť farbu, ktorá určuje následne ich slovný druh.

Cudzí jazyk

Pomôže to pri rozširovaní slovnej zásoby. Môže to nahradiť klasické učenie slovíčok, že namiesto podoby, kde je slovo pomenované v cudzom jazyku a následne v slovenskom jazyku. Vie sa to slovo v slovenskom jazyku nahradiť za obrázok. Tento spôsob je určite zaujímavejší a priláka žiaka k učeniu nových slovíčok.

Ostatné predmety

V každom jednom predmete by sa našiel, spôsob ako využiť textovo-ikonickú podobu. Keďže pri tejto metodike, žiaci zapájajú aj vizuálny obraz. Je to pútavejšie a skôr zapamätateľné.

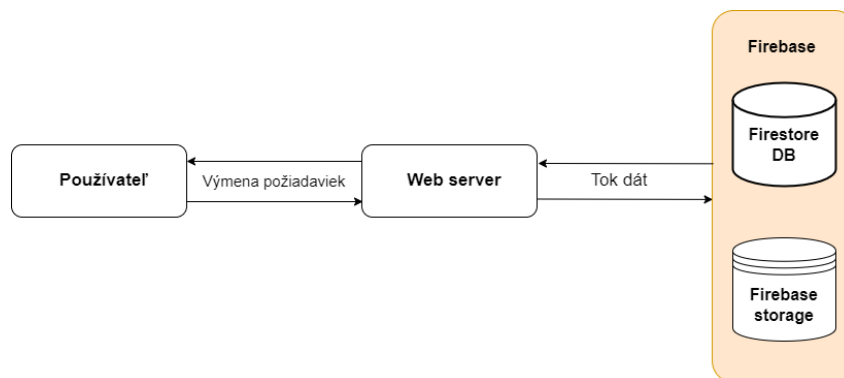
Aplikácia by mala spĺňať dané kritéria:

- Rozdelenie rolí
- Virtuálne prostredie

- Výučba pomocou ikonicko-textovej formy

2.1 Konceptuálny model

V konceptuálnom modeli je možné pozorovať návrh pre daný informačný systém. Konceptuálny návrh sa skladá z niekoľkých komponentov.

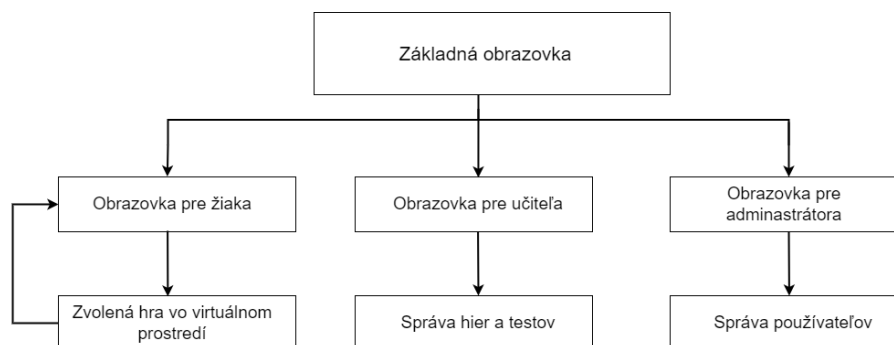


Obr. 2.1: Konceptuálny model

- **Používateľ** je to osoba alebo skupina osôb, ktorý pracujú s webovým serverom, na ktorom sa nachádza aplikácia. Vykonáva na nej úkony, ktoré webový server spracuje a následne poskytne používateľovi spätnú odozvu.
- **Webový server** spracováva jednotlivé požiadavky používateľa, autorizuje používateľov a vykonáva operácie s dátami, ktoré sú uložené na platforme Firebase.
- **Firestore DB** slúži ako databáza, v ktorej sú uložené informácie o testoch a zároveň slúži ako mapovanie obrázkov uložených vo Firebase storage a testami.
- **Firebase storage** slúži ako cloudové úložisko, ktoré v rámci tejto aplikácie slúži na ukladanie obrázkov, ktoré sa následne použijú v jednotlivých testov a hrách.

2.2 Návrh scény

Aplikácia bude rozdelená do viacerých obrazoviek. Jednotlivé časti aplikácie reprezentujú určitú funkcionálnu alebo úlohu, ktorú môže používateľ vykonať v systéme. Hlavne rozdelenie obrazoviek je na základe roli, pretože každá jedna rola vykonáva diametrálne rozličné veci v systéme.



Obr. 2.2: Navigačný systém

Na obrázku 2.2 je možné vidieť navigačný systém, ktorý predstavuje prehľad obrazoviek a prepojenie medzi nimi.

Základná obrazovka

Predstavuje vstupný bod do aplikácie, kde používatelia majú možnosť prihlásiť sa. Vedia si vybrať prihlasovanie, na základe svojej role. Každá rola má svoj vlastný prihlasovací systém, nepoužíva sa rovnaký. Žiaci sa vedia prihlásiť a identifikovať obrázkami, na rozdiel od učiteľa, ktorý sa vie prihlásiť pomocou hesla. Okrem toho na základnej obrazovke sa nachádza aj stručná informácia o systéme.



Obr. 2.3: Návrh základnej obrazovky

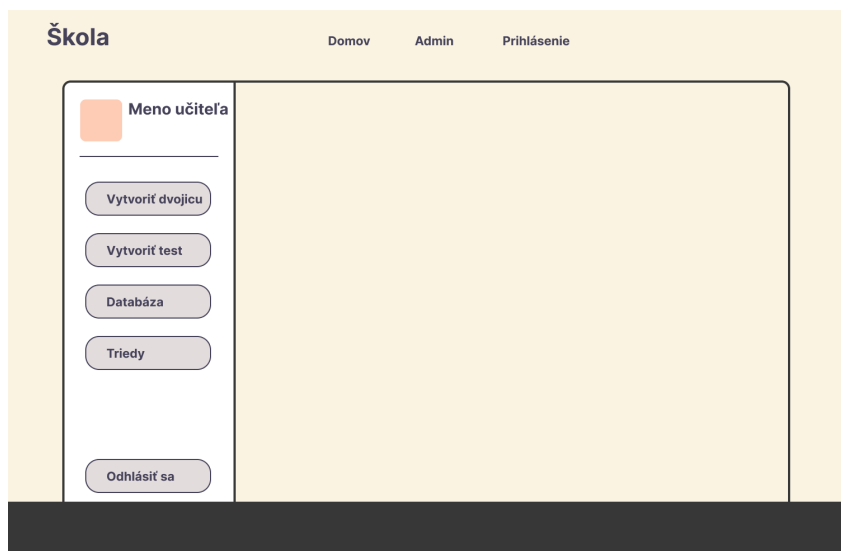
Na obrázku 2.3 je možné vidieť návrh hlavnej prihlasovacie obrazovky, ktorý bol vytvorený pomocou nástroja Figma.

Obrazovka pre žiaka

Po úspešnom prihlásení, sa žiak presmeruje na obrazovku, kde sa nachádza hlavné navigačné menu žiaka. V tomto navigačnom rozhraní si viem žiak zvoliť konkrétnu hru alebo test, ktorý chce vykonávať. A to kliknutím na určené tlačidlo pre danú možnosť. Prepínanie medzi jednotlivými virtuálnymi scénami, prebieha vrátením späť do navigačného rozhrania a zvolením ďalšou scénou.

Obrazovka pre učiteľa

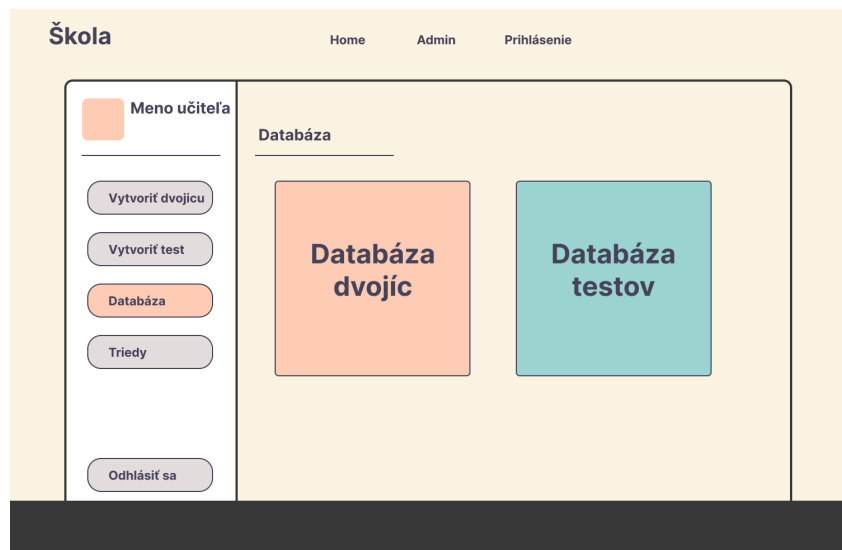
Na tejto obrazovke, sa po úspešne identifikácii učiteľa, zobrazí hlavná stránka učiteľa. V nej sa nachádza navigačný panel, ktorý dovoľuje učiteľovi prepínať medzi jednotlivými funkcionalitami. Medzi to patrí predovšetkým správa testov a hier, čo zahŕňa ich vytváranie a následne priradovanie určitému študentovi.



Obr. 2.4: Návrh obrazovky pre učiteľa

Na obrázku 2.4 je vidieť návrh obrazovky pre učiteľa. Na ľavej strane sa nachádza spomínaný navigačný panel učiteľa, ktorý je rozdelený na dve časti. Hore vľavo je umiestnená profilová fotka učiteľa spolu s meno. Pod tým sa nachádzajú už jednotlivé tlačidlá, ktoré slúžia na prepínanie funkcií. Stlačením tlačidla sa v pravej časti vykreslí požadované funkcia. Táto stránka má spoločné so základnou obrazovkou to, že sa horizontálny navigačný panel nemenil, ostal pôvodný.

Na návrhu 2.5 je ukážka toho, ako sa mení už aj pravá strana obrazovky. Konkrétne je zobrazené, to čo sa stane po stlačení tlačidla databáza. Na pravej strane sa ponúkne ďalšia možnosť pre učiteľa.



Obr. 2.5: Návrh obrazovky prehľad databázy

Obrazovka pre administrátora

Podobne ako na obrazovke pre učiteľa, po prihlásení sa zobrazí navigačný panel s ďalšími možnosťami, ktoré predovšetkým slúžia na správu používateľov ale aj na správu ukladaných dát.

2.3 Návrh rolí v systéme

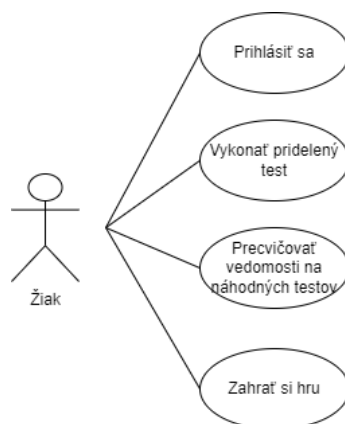
Ako už bolo vyššie spomenuté, v tejto aplikácii je dôležité rozdelenie rolí jednotlivých používateľov. Každá jedna osoba vykonáva odlišné úlohy v systéme. Táto aplikácia má tieto roly:

- Žiak
- Študent
- Admin

Toto rozdelenie je dôležité, pretože učiteľ vytvára nový obsah pre žiaka, a žiak sa následne pomocou toho obsahu vzdeláva. V tejto podkapitole sa bližšie rozoberú jednotlivé funkcie, ktoré sú priradené jednotlivým rolám.

Rola žiaka

Žiak môže interagovať nasledujúcim spôsobom so systémom. Na diagrame 2.6 sú uvedené, aké úlohy vie vykonávať žiak.

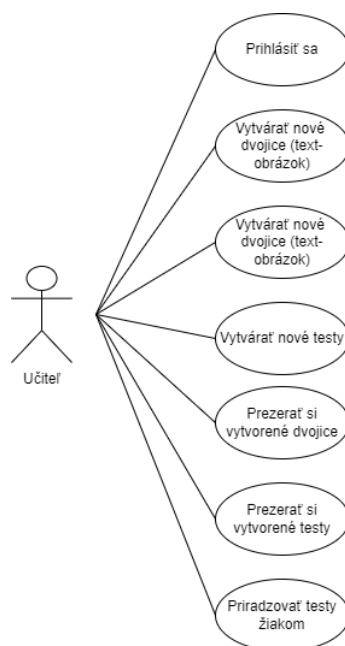


Obr. 2.6: Diagram použitia žiaka

Po prihlásení do systému, žiak vie vykonať priradený test, ktorý mu prideli učiteľ. Taktiež si vie overiť, či test vykonal správne. Žiak sa vie pripravovať aj pomocou samoštúdia, kde si vie vyskúšať náhodné testy. Vyberie si aký typ testu chce vykonávať a následne si ho vie urobiť. Mimo testov sa žiak môže trochu odreagovať pri hre, ktorá stále v sebe nesie edukatívny význam. Vykonávanie testov a hier prebieha vo virtuálnom prostredí.

Rola učiteľa

Učiteľ oproti žiakovi vykonáva viacero funkcionalít. Taktiež základný prehľad úloh vidno na diagrame 2.7.

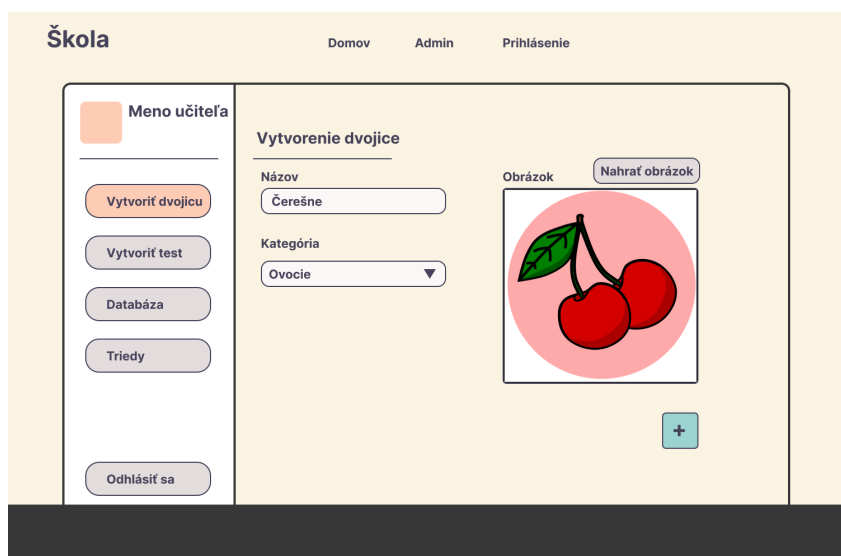


Obr. 2.7: Diagram použitia učiteľa

Medzi základné povinnosti učiteľa patrí:

1. Vytváranie dvojíc (text a obrázok)

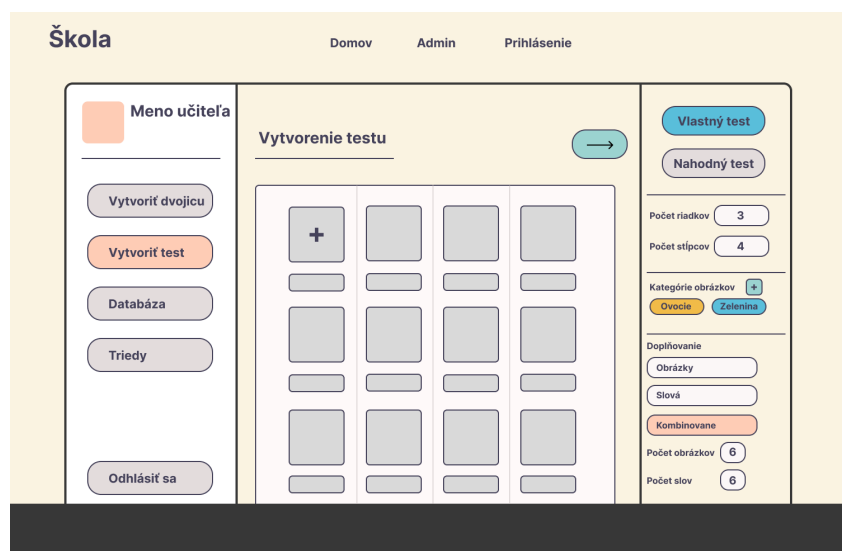
Najdôležitejšou úlohou učiteľa je vytváranie nových dvojíc, a to v podobe textu a obrázku, keďže sa jedná o textovo-ikonickú aplikáciu. Pri vytváraní dvojice, potrebuje učiteľ nahráť obrázok a následne mu priradiť pomenovanie. Pre lepšiu orientáciu medzi vytvorenými dvojicami, im vie priradzovať aj kategóriu. Nepatrí to medzi povinné údaje, ale pomôže to pri ďalšom spracovaní dát.



Obr. 2.8: Návrh obrazovky vytváranie dvojíc

2. Vytváranie nových testov

Učiteľ má povinnosť vytvárať aj nové testy pre žiaka. Najzákladnejším testom je vytvorenie nových viet, riekaniiek alebo jednoduché precvičovanie slov. Všetky tri typy sa vytvárajú rovnakým spôsobom, návrh vytváranie je znázornený na obrázku.

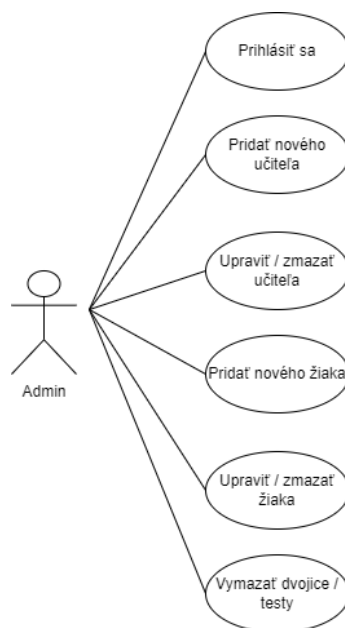


Obr. 2.9: Návrh obrazovky vytváranie testov

Obrazovka 2.9 je rozdelená na tri časti, ľavá časť ostáva nezmenená, tam sa nachádza navigačný panel. V pravej časti je rozdelená na dve sekcie, hlavná sekcia kde sa zobrazuje plocha na vytváranie testu. A bočná sekcia, kde sa nachádzajú rôzne tlačidlá a vstupné polia. Hore si vie učiteľ zvoliť, či chce sám ručne vytvárať test, alebo to nechá systém vygenerovať. Náhodný test slúži hlavne na to, ak učiteľ potrebuje test na slovnú zásobu. Môže si tam zvoliť počet dvojíc a aj kategórie, z ktorých treba vyberať. Avšak na vytvorenie zmysluplnej vety alebo riekanky to musí učiteľ vyklikať sám. Postup je nasledovný, ak chce pridať do matice nový obrázok a text, musí kliknúť na tlačidlo plus, ktoré je znázornené na kartičke v hlavnej sekcii. Následne sa učiteľovi otvorí modálne okno, kde sa nachádzajú všetky dvojice, jemu stačí už len kliknúť na tú, ktorú potrebuje. Vie si taktiež meniť veľkosť matice, počet riadkov a počet stĺpcov. Dole vpravo sa ešte nachádzajú tri tlačidlá, ktoré rozhodujú o tom, čo žiak bude musieť dopĺňovať do testu. Ak si učiteľ vyberie možnosť kombinovanej voľby, tak sa mu zobrazia vstupné polia, kde si vie zvoliť konkrétny počet, toho čo treba doplniť.

Rola admina

Na diagram 2.10 vidno aké úlohy má na starosti admin. Admin manažuje pridávanie nových používateľov, upravovanie existujúci používateľov a nakoniec ich vie aj vymazať. Okrem toho spravuje aj dáta, ktoré vytvorili učitelia. Môže zmazať aj dvojicu (obrázok a text), túto úlohu nevykonáva učiteľ. A to z dôvodu, že takéto vymazanie dvojice vie ovplyvniť správanie aj vytvorených testov, v ktorých sa používa daná dvojica. Keďže vytvorené veci sú zdieľané medzi učiteľmi, nevytvára si každý svoj privátny obsah.



Obr. 2.10: Diagram použitia admina

2.3.1 Návrh ukladania dát

Neodmysliteľnou časťou návrhu je to, akým spôsobom budú dáta uložené a ako sa s nimi bude pracovať. Ako sa spomínalo v konceptuálnom návrhu, vytvorí sa databáza. Táto aplikácia nespracováva veľké množstvo dát, a taktiež nie je potrebné vytvárať komplikované tabuľky, ktoré by boli navzájom prepájané.

Pre túto webovú aplikáciu postačí spomínaná fiestore databáza, ktorá funguje na princípe dokumentového modelu [20]. To znamená, že dáta sú ukladané vo forme dokumentov, ktoré sa následne zoskupujú do kolekcií. Každý dokument obsahuje jedinečný kľúč a hodnotu. Firebase ponúka automatické generovanie náhodných kľúčov, a hodnota môže obsahovať aj zložené dáta.

Ukážka ako bude uložená hodnota dvojice:

```
{
  "name": "čerešňa",
  "category": "ovocie",
  "url": "ovocie/čerešňa"
}
```

Ako je znázornené, tak pri ukladaní dvojice, je veľmi potrebné uložiť aj obrázok. V databáze nie je žiaden preddefinovaný typ na ukladanie obrázku. Prvou

možnosť je obrázok previesť na textovú podobu, napríklad pomocou Base64 kódovania [21]. A výsledný textový reťazec sa vie následne uložiť do databázy.

Druhá možnosť je uložiť obrázok na cloudové úložisko. Takúto možnosť ponúka aj Firebase, a to v podobe Firebase Storage. Táto služba sa dá využiť na jednoduché a efektívne ukladanie súborov. Avšak aby sa docielilo to, že uložený obrázok bude prepojený so svojím menom. Tak pri zapisovaní dvojice do databázy sa zapíše aj URL adresa, ktorá sa odkazuje na to kde je obrázok uložený. Obrázky v úložisku sa ukladajú do priečinkov, podľa zvolenej kategórie.

3 Implementácia

V tejto kapitole sa nachádza už konkrétna implementácia daného navrhnutého riešenia. Nájdu sa tu postupy, ktoré boli využité na prevedenie návrhu do finálnej podoby. Softvér bol implementovaný za pomoci html, JavaScriptu a Three.js.

3.1 Virtuálne prostredie

Ako bolo spomenuté v návrhu systému, tak žiak sa medzi jednotlivými 3D scénami vie prepínať za pomoci tlačidiel. Najprv si žiak vyberie úlohu, ktorú chce vykonávať, a následne klikne na danú možnosť. Po kliknutí sa inicializuje konkrétna Three.js scéna. Žiak má na výber zo sedem možností.

Medzi ikonicko-textové aktivity patrí:

- priradovanie dvojíc
- pexeso
- ukladanie vecí
- otáčanie dvojíc

Medzi hry patrí:

- puzzle
- bludisko
- hra tvary

3.1.1 Priradovanie dvojíc

Táto učebná pomôcka je najdôležitejšia. Jedná sa o typ scény, kde žiak vie obrázkom priradzovať text, a naopak textu priradzovať obrázok. A následne si vie aj skontrolovať, či to priradil správne. Mechanika v tejto hre bola zo začiatku implementovaná iný spôsob ako je už dnes.

Inicializácia scény

Hlavným elementom tejto scény 3.1 je tabuľa, kde sa odohráva celá hra. Pred spustením hry je vidieť na tabuli menu, ktoré dovoľuje žiakovi si vybrať čo bude vykonávať. Môže si zapnúť náhodné testovanie, tam má na výber typ toho, čo bude musieť doplňovať. Alebo si spustí test, ktorý mu pridelil učiteľ. Ak nemá pridelený žiaden test, tak ho systém o tom informuje.



Obr. 3.1: Menu obrazovky priradovanie dvojíc

Po vybraní, sa žiakovi už načíta konkrétna hra. Na tabuli sa nachádzajú kartičky, obrázky, text, tlačidlo na vrátenie do menu a tlačidlo na kontrolu.

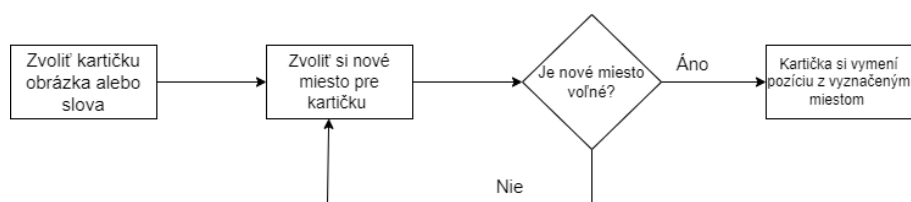
Ovládanie hry

Pôvodný koncept ovládania hry bol iný, ale až po implementovaní a testovaní, sa dospelo k záveru, že by bola potrebná zmena. Na začiatku žiak všetky obrázky alebo slová, vedel presúvať pomocou mechaniky „ťahaj a pusť“. V terajšej implementácii vie žiak presúvať obrázky a slová spôsobom, že najprv si označí kartičku, ktorú chce presúvať a potom klikne na vyznačené miesto, kde vie kartičku položiť. Tento spôsob umiestňovania je rýchlejší a jednoduchší na ovládanie. Žiak nevie umiestniť obrázok alebo slovo na iné miesto, len na vyhradené miesto.



Obr. 3.2: Obrazovka priradovanie dvojíc

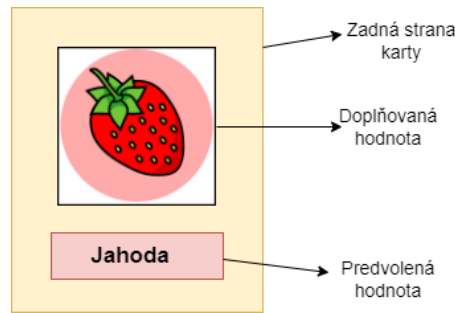
Na stavovom diagrame 3.3 vidno ako funguje presúvanie obrázkov, vlastne ide o výmenu pozícií. Najprv si žiak označí obrázok alebo slovo, ktorému chce zmeniť pozíciu. Aby aj vizuálne žiak videl, že kartička s obrázkom je vybraná, tak po kliknutí, sa kartičke zmení pozícia v smere z. Vytvorí to efekt, že je kartička vystúpená. Okrem toho je tam pridaný aj zvukový efekt, ktorý zaznie po označení. Ak už je zvolené, čo sa bude presúvať, musí sa vybrať aj nová pozícia toho miesta. Avšak ak sa žiak pokúša položiť obrázok na miesto, kde sa už nachádza iný obrázok, nič sa nestane. Žiak je povinný zvoliť voľné miesto. Mohlo by to byť implementované tak, že by si navzájom obrázky alebo slová vymenili miesta. Ale tento systém má byť podobný aj reálnemu vyučovaniu, takže aj keby bol žiak normálne pri tabuli v škole, najprv by musel dať dole pôvodný obrázok a až potom by tam umiestnil nový.



Obr. 3.3: Stavový diagram posunu kartičky

Vyhodnocovanie hry

Ako systém vie to, že žiak priradil správne obrázok alebo slovo. Ako je vidieť na obrázku 3.2, tak na ľavej strane tabule sa nachádzajú buď obrázky, slová alebo aj aj. Na pravej strane tabule sa nachádzajú kartičky, ktoré už majú nejaké hodnoty predvolené. Každá jedna kartička 3.4 sa skladá z troch častí.



Obr. 3.4: Časti karty

Každý obrázok alebo slovo, ktoré vieme presúvať má nastavené svoje `userData.name`, a to na hodnotu svojho `id`. Zadná strana spolu s predvolenou hodnotou je vytváraná naraz, a tiež má nastavené `userData.name`, na `id` predvolenej hodnoty. Pri každom presune obrázka, sa nevymení len pozícia, ale sa daný obrázok stane aj dieťaťom. Potom pri vyhodnotení sa už len pozerá na to, či sa dané `id` rovnajú. Ak sa rovnajú pozadie zadnej karty sa zmení na zelenú farbu, opačne na červenú farbu. Okrem mena obrázky majú nastavenú aj vlastnosť presúvanie, aby systém vedel, ktoré obrázky sa môžu presúvať.

3.1.2 Hra ukládanie vecí

Táto hra sa od priradzovania dvojíc, líši hlavne tým, že sa tu nenachádza klasická podoba ikonicko-textovej formy. V tomto prípade vystriedajú kartičky s obrázkami, konkrétne 3D objekty. Namiesto obrázka, na ktorom je jablko, bude v scéne konkrétny model jablka.

Inicializácia scény

Na obrázku 3.5 je možné vidieť ako táto hra vyzerá. Pred spustením danej hry má žiak opäť na výber, či chce spustiť test alebo náhodnú hru. Scéna pozostáva z hlavnej plochy, na ktorej sa nachádzajú objekty. Objekty sú rozdelené do dvoch skupín na statické a dynamické. Žiak vie presúvať len dynamické objekty v scéne. Ďalej sa nad hlavnou plochou nachádza text, na ktorom sú inštrukcie, ktoré má žiak vykonať. Vedľa inštrukcií sa nachádza tlačidlo na overenie, či danú úlohu, žiak vykonal správne. Ak to vykonal správne ukáže sa ďalšia inštrukcia, pri poslednej úlohe sa vypíše text, na ktorom sa nachádza informácia o zvládnutí celej hry.



Obr. 3.5: Scéna hry ukladanie vecí

Ovládanie hry

Ako sa spomínalo vyššie, žiak vie presúvať len dynamické objekty. A to nasledujúcim spôsobom, klikne na daný objekt, ktorý následne zmení pozíciu v smere y na preddefinovanú hodnotu. Hodnoty v smere x a z sa menia podľa toho, ako žiak posúva myškou. Systém nedovoľuje aby objekt opustil hlavnú plochu. Ak žiak nájde novú vhodnú pozíciu, tak klikne znovu, čo vráti objekt naspäť na hlavnú plochu. Objekt začne padať do scény, čím môže vyvolať rôzne kolízie s ostatnými objektami. Preto najdôležitejšia časť implementácie, bolo pridať do scény fyziku. V tomto systéme sa používa knižnica Cannon.js [22]. Táto knižnica umožňuje vytváranie dynamických scén, kde sa objekty správajú podľa fyzikálnych zákonov, zahrňuje to aj simuláciu gravitácie, či kolíziu medzi objektami.

Vytvorenie fyzikálneho sveta:

```
let world = new CANNON.World();
```

Nastavenie gravitácie v smere osi Y:

```
world.gravity.set(0, -9.82, 0);
```

Okrem inicializovania fyzikálneho sveta, treba jednotlivým objektom, či už statickým alebo dynamickým, vytvoriť aj CANNON.Body. Je to vytvorenie telesa s hmotnosťou, pozíciou a tvarom. Takému telesu sa vie priradiť aj rýchlosť aj materiál. Materiálu sa dajú priradiť aj fyzikálne vlastnosti ako sú koeficient trenia alebo koeficientu restitúcie (odrazivosť).

Ukážka vytvorenia telesa pomocou CANNON.Body:

```
let cubeBody = new CANNON.Body({
  mass: 5, // hmotnosť telesa
  position: new CANNON.Vector3(0, 10, 0), // počiatočná pozícia telesa
  shape: new CANNON.Box(new CANNON.Vector3(4, 4, 4)) // tvar telesa
});

// Pridanie telesa do fyzikálneho sveta
world.addBody(cubeBody);
```

Posledným krokom je aktualizovať svet, volaním metódy step. Tento kód je súčasťou funkcie animate.

```
let timeStep = 1.0 / 60.0; // Časový krok simulácie
world.step(timeStep);
```

3.1.3 Hra pexeso

Hra pexeso je známa medzi žiakmi a na prvý pohľad je triviálna. Koncept tejto hry bol obohatený, tým, že žiak nemusí hľadať len rovnaké obrázky, ale čo tak hľadať obrázok a slovo. Ponechala sa aj pôvodná verzia hry, keby sa žiak potreboval odreagovať pri učení.

Inicializácia scény

Hra sa odohráva v triede, kde sa nachádza stôl a pred spustením jednotlivého pexesa, opäť žiaka čaká jednoduché menu, kde si vie vybrať. Vyberá si z troch náročnosti, ktoré sa líšia počtom kartičiek pexesa. Pri najťažšej obťažnosti, už žiak spája obrázok a text. Aby to bolo zaujímavejšie a ťažšie, si žiak vie zvoliť aj pexeso, kde sú kartičky rozhádzané, nie sú usporiadané do mriežky. Tiež si môže spustiť test, ktorý mu zadal učiteľ. Pre motiváciu, pri každej obťažnosti má žiak nastavený aj odpočet času. Ak ho žiak nechce vidieť môže si ho skryť.

Ovládanie hry a vyhodnocovanie hry

Žiak jednotlivé pexesa otáča kliknutím na dané pexeso. Po kliknutí sa vykoná animácia, ktorá znázorni pretočenie pexesa. Animácia je vytvorená za pomoci knižnice Tween.js. Knižnica umožňuje definovať začiatkové, konečné pozície a priebeh medzi nimi, čo sa skvelo hodí na animáciu pretočenia.



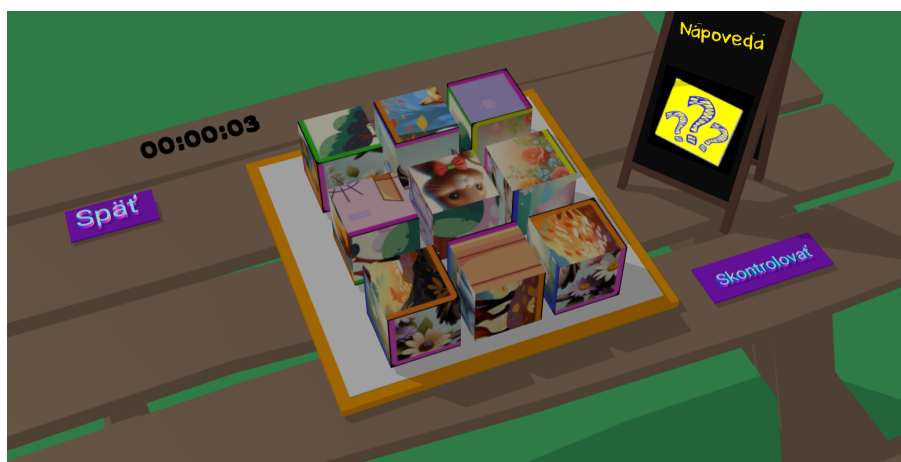
Obr. 3.6: Scéna hry pexeso

3.1.4 Hra puzzle

Ďalšia ha, ktorá je v systéme implementovaná, už nepatrí medzi hry ikonicko-textovej formy. Je to klasická hra puzzle. Kúsky puzzle sú reprezentované pomocou kociek, na každej strane kocky je použitá iná textúra. Žiak vie kocky otáčať, a keď všetky otočí správne vznikne mu obrázok.

Inicializácia scény

V scéne 3.7 sú kocky umiestnené na biele ploche, okraje plochy sú vyznačené farbou. Táto farba signalizuje žiakovi, aký obrázok má skladať. Keďže aj na okrajových kockách sa nachádza ohraničenie, okrem toho vedľa plochy je umiestnený stojan. Tam si vie žiak pozrieť nápovedu, v podobe obrázku, ktorý má skladať. Hore sú ešte umiestnené stopky, ktoré signalizujú za aký čas je obrázok poskladaný.



Obr. 3.7: Scéna hry puzzle

Ovládanie hry

Žiak otáča kockami, nasledujúcim spôsobom. Najprv klikne na kocku, ktorú potrebuje otočiť, kocke sa pridá červený obrys. Ak už má kliknuté na kocke, tak už len stačí pohybovať myškou a na základe pohybu myši sa vykoná rotácia. Vypočíta sa rozdiel medzi aktuálnou pozíciou myši a predchádzajúcou pozíciou myši. Nakoniec sa tento rozdiel použije, na to o koľko sa má kocka otočiť.

Po uvoľnení tlačidla myši sa vykoná funkcia `handleMouseUp()`, ktorou hlavnou úlohou je zabezpečiť to, aby sa kocka vyrovnala. Tento kód zabezpečí, zaokrúhlenie rotácie kliknutej kocky na najbližší násobok 90 stupňov. Čím doieli zarovnanie kocky.

```
const baseRotationX = Math.round(clickedObject.rotation.x /
    (Math.PI / 2)) * (Math.PI / 2);
const baseRotationY = Math.round(clickedObject.rotation.y /
    (Math.PI / 2)) * (Math.PI / 2);
const baseRotationZ = Math.round(clickedObject.rotation.z /
    (Math.PI / 2)) * (Math.PI / 2);

clickedObject.rotation.set(baseRotationX, baseRotationY, baseRotationZ);
```

Vyhodnotenie hry

Systém ešte pred hraním puzzle, rozloží kocky, do finálnej podoby, ako by vyzeralo poskladané puzzle. A hneď nato kocky otočí náhodným spôsobom, vyberá len násobky 90 stupňov. Až potom žiak začína hrať hru. Pri vyhodnotení, sa kontrolujú kocky, či sú natočené do nulovej rotácie. Vie sa vykonávať takáto kontrola, keďže kliknutej kocke sa nastavuje rotácia nasledujúcim spôsobom, pomocou metód `rotateX` a `rotateZ`.

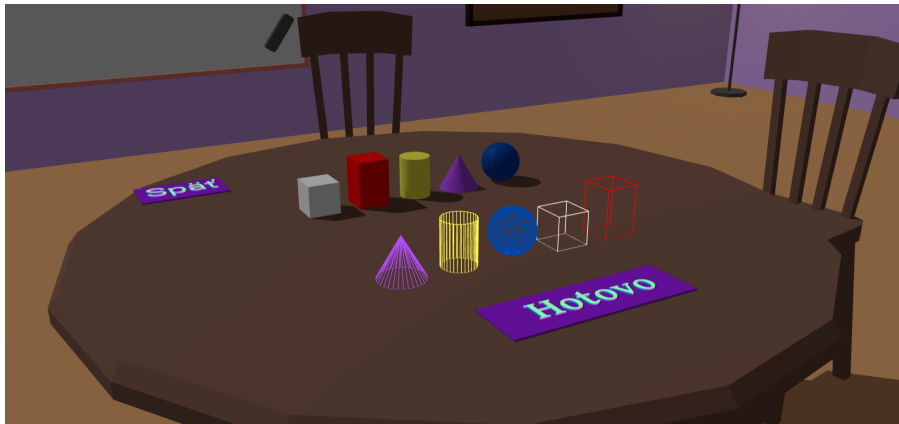
```
clickedObject.rotateX(deltaMouse.y * sensitivity);
clickedObject.rotateZ(deltaMouse.x * sensitivity);
```

3.1.5 Hra tvary

Pointa hry je taká, že žiak by mal vedieť správne priradiť útvary, nie len podľa tvaru ale aj podľa farby. Záleží na tom, akú obťažnosť si študent vyberie.

Scéna 3.8 vyzerá nasledovne, tvary sú usporiadané v dvoch radoch. Vrchnom rade sú klasické tvary, naopak v dolnom rade sa nachádzajú tvary v drôtovom

modeli. Každý tvar má danú aj farbu. Úloha žiaka je útvary z prvého radu presúvať do druhého radu na správne miesto. Umiestniť útvary do prislúchajúceho drôtového modelu. Dole sa ešte nachádza tlačidlo na vyhodnotenie.



Obr. 3.8: Scéna hry tvary

Pohyb tvarov sa vykonáva rovnakým spôsobom ako pri hre ukladanie vecí. Len s tým rozdielom, že tvary sa kľžu po stole a nehádzu sa. Kontrola toho, či útvary sú uložené správne prebieha takto, zoberú sa všetky drôtové modely. Z nich sa vyberú len tie, ktoré sa momentálne pretínajú s nejakým útvarom. Potom sa už len porovná farba a meno (`userData.name`) útvaru a drôtového modelu. Na určenie toho, či sa útvary pretínajú slúži nástroj pre detekciu priesečníkov `raycaster`.

3.1.6 Hra otáčanie kockami

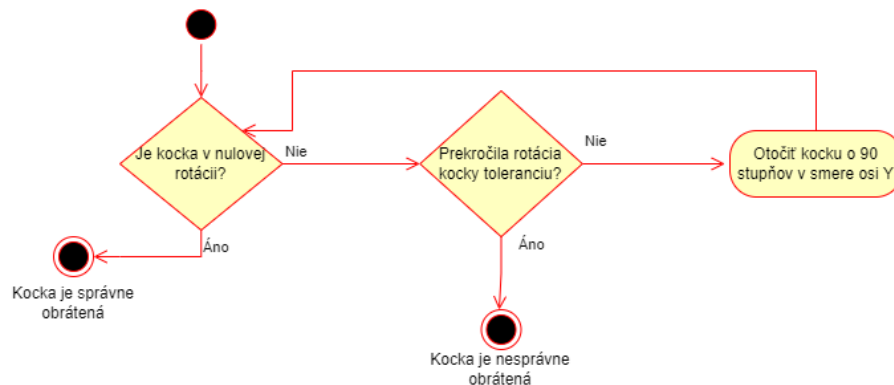
Táto hra je vlastne spojenie dvoch hier dokopy. A to hry puzzle a priradovanie dvojíc, z každej hry si táto nová hra zobrala niečo iné. Ovláda sa rovnako ako puzzle, keďže taktiež sa na scéne nachádzajú kocky, pričom na každej strane kocky je iný obrázok. Otáčanie kociek funguje na rovnakom princípe, ako pri spomínaných puzzle. A na druhej strane koncept hry je prebraný z priradovania dvojíc, keďže aj tu sa priradzuje obrázok a text. Rozdiel je len v tom, že na ploche sú rozložené kocky a pod nimi sú kartičky z názvom dvojice. Úlohou žiaka je správne otočiť kocku, aby na hornej strane kocky, sa nachádzal zodpovedajúci obrázok k textu pod nim.



Obr. 3.9: Scéna hry otáčanie kockami

Vyhodnotenie hry

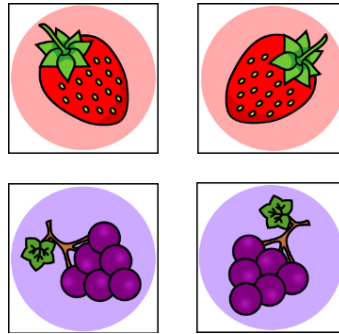
Jediný implementačný rozdiel je len pri vyhodnotení, nemôže sa použiť rovnaká technika ako pri puzzle. Ak by sa použila, náročnosť hry by stúpila, keďže pri niektorých obrázkoch 3.11 je ťažko určiť, kedy je obrázok otočený v pôvodnej pozícii. Preto by na tom nemalo záležať, a systém by za správnu odpoveď mal aj uznať kartičku otočenú hore nohami. Takže ak žiak stlačí tlačidlo skontrolovať, tak sa neskontroluje, len to či sa kocka nachádza v nulovej rotácii. Ale kontroluje sa to takto 3.9.



Obr. 3.10: Diagram vyhodnotenia správneho otočenia kocky

Pozrie sa či sa kocka nachádza v nulovej rotácii, a ak sa nachádza, tak to signalizuje, žiak otočil kocku správne. Avšak mohol žiak správne určiť obrázok, ktorý sa má nachádzať hore na kocke, ale v zlej polohe. Preto systém pokračuje v kontrole ďalej, aj keď kocka nie je v nulovej rotácii. Vyhodnotí podmienku, či už rotácia kocky neprekročila toleranciu. To znamená, že každá kocka má zmysel sa otočiť len trikrát o 90 stupňov. Keď vyskúša všetky polohy a ani jedna poloha pri

podmienke nulovej rotácii nevráti pravdu, tak nemá zmysel ďalej otáčať kocku. Naopak sa vie, že žiak nesprávne určil vrchný obrázok.



Obr. 3.11: Rodiel otočených obrázkov

3.1.7 Hra bludisko

Posledná hra 3.8 pre žiaka je bludisko, kde je úlohou žiaka dostať loptičku na vyznačené miesto. Návrh ako sa bude loptička pohybovať v scéne bolo viacero. Zo začiatku sa uvažovalo nad tým, že pohyb loptičky, bude vyvolaný náklonom celého bludiska. Až po následnej implementácii sa rozhodlo, že nakoniec sa loptička bude pohybovať pomocou šípok. Alternatívny spôsob sú tlačidlá umiestnené v scéne. Pohyb pomocou náklonu, by v konečnom dôsledku bol pre určenú skupinu detí náročnejší.



Obr. 3.12: Scéna bludiska

Všetky objekty v scéne majú aj CANNON.Body, z dôvodu aby sa jednoducho zamedzilo prechádzaniu loptičky cez stenu. Ak by loptička vypadla zo scény, tak sa automaticky vráti na začiatočnú pozíciu. Pohyb je vytvorený jednoducho, podľa toho akú klávesu žiak stlačí, v takom smere sa loptička posunie o predvolenú hodnotu.

3.2 Webové prostredie

Prostredníctvom webového prostredia sú vytvorené obrazovky pre učiteľa a administrátora.

3.2.1 Vytváranie testu priradovanie dvojíc

V tejto podkapitole sa bližšie priblíži ako učiteľ vie vytvoriť nový test pre žiaka. Konkrétne ide o test, kde vie vytvárať riekanky, vety alebo testy na slovnú zásobu. V kapitole návrh sa táto problematika už rozoberala. Od návrhu sa implementácia nelíši len vo vizuálnej podobe ale aj to ako učiteľ vie vyberať obrázky do matice.



Obr. 3.13: Obrazovka vytvárania testu priradovanie dvojíc

Na pravej strane sa nachádza bočný panel, ktorému sa trochu zmenil obsah. Vrchná časť ostáva rovnaká, najväčšia zmena nastala pod výberom kategórií, tam sa už nachádzajú dvojice. V pôvodnom návrhu učiteľ vkladal dvojice do testu po kliknutí na dané miesto, kde chcel vložiť dvojicu. Teraz si vyberá dvojicu z bočného panelu, jednoducho pretiahne obrázok, tam kde potrebuje. Ak potrebuje zmazať obrázok presunie ho na vyznačené miesto koša. Pozícia tlačidiel, ktoré rozhodujú o tom čo sa má doplniť sa tiež presunula. Hore nad testom sa nachádza tlačidlo na uloženie testu. Dá sa stlačiť len v prípade, že sa aspoň jedna dvojica nachádza na ploche testu. Po stlačení sa ukáže modálne okno, kde vie učiteľ napísať názov testu, a vidí aj kategórie z ktorých boli obrázky vyberané. Potom už len stačí jedným kliknutím potvrdiť vytvorenie testu. Test sa následne zapíše to databázy.

Údaje testu sa zapisujú do kolekcie **coupleTest**. Každý test má jedinečné ID a nasledujúce hodnoty.

```

{
  "nameTest": "Ovocie a zelenina",
  "author": "Alexandra",
  "rows": 3,
  "columns": 3,
  "categories": ['ovocie', 'zelenina'],
  "data": [],
}

```

Jednotlivé informácie o dvojiciach, ktoré sú vybrané v teste sú uložené v poli s názvom data. Pole data sa skladá z objektov. Každý objekt obsahuje dve vlastnosti, fill vlastnosť hovorí o tom čo žiak bude musieť dopĺňať a id sa odkazuje na konkrétnu dvojicu. Toto id je zhodné s id pod ktorým je dvojica uložená v databáze.

3.2.2 Vytváranie testu pre hru ukladanie veci

Ďalšou možnosťou ako vie učiteľ vytvárať nový obsah pre žiaka je vytvoriť vlastnú scénu. Učiteľ si vie podľa vlastných preferencií rozložiť, kde sa budú aké objekty nachádzať. A následne vytvorí inštrukcie, ktoré potom musia žiaci vykonať.

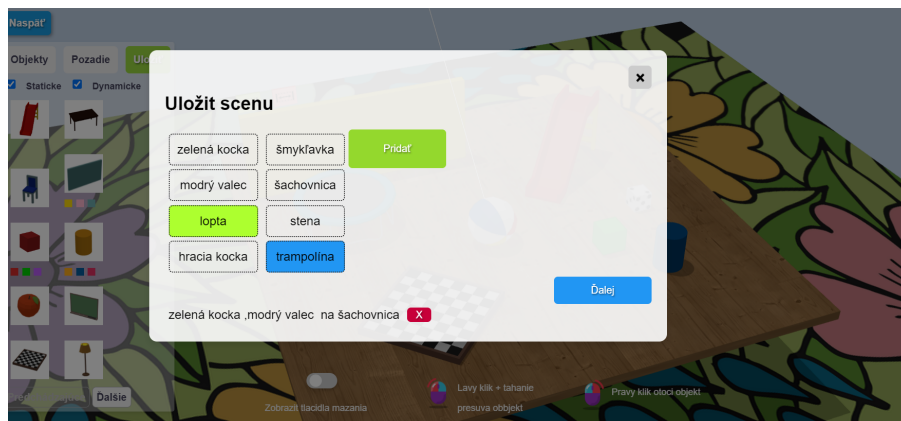
Na obrázku 3.14 je obrazovka ako vyzerá prostredie, v ktorom učiteľ vytvára novú scénu pre žiaka. Vľavo hore sa nachádza panel, v ktorom učiteľ vie nájsť jednotlivé objekty. Objekt do scény vie pridať, že na daný objekt klikne, niektorým objektom ako kocka alebo valec vie meniť aj farbu. Okrem rozloženia scény vie meniť aj plochu podlahy, môže zvoliť jednoduchú farbu alebo vyberie materiál ako je podlaha, tráva a podobne.



Obr. 3.14: Obrazovka vytvárania novej scény

Vložené objekty vie v scéne aj posúvať a to tak, že klikne ľavé tlačidlo na myši a následne posúva myš. Môže objekty v scéne aj otáčať, keď klikne pravým tlačidlo tak sa objekt otočí o 45 stupňov. Ak potrebuje učiteľ nejaký objekt vymazať, tak dole v scéne sa nachádza switch, ktorý ak sa zapne, tak sa pri objektoch zobrazia tlačidlá mazania.

Ak už má učiteľ pripravené ako bude vyzeráť nová scéna, tak si ju vie aj uložiť. Ale pred uložením, ešte musí vytvoriť pokyny pre žiaka. Aby žiak vedel čo má v danej scéne vykonávať. Vytváranie inštrukcií je veľmi jednoduché. Systém načíta všetky objekty, ktoré sú uložené v scéne. Objekty sú delené na statické a dynamické. Načítané objekty rozdelí podľa typu, všetky dynamické objekty sú vypísané pod sebou, a vedľa toho sú uvedené aj statické objekty. Jediný rozdiel je taký, že ak sú v scéne dva stoly, tak sa vypíše len raz. Dynamické objekty sa aj duplikovane vypisujú z dôvodu, keby učiteľ chcel vytvoriť úlohu položiť dve rovnaké červené kocky na stôl. Učiteľ pokyny skladá len tým, že stále musí vybrať aspoň jeden dynamický predmet a následne určiť, kde ho žiak bude musieť presunúť. Má zakázané vybrať pri jednom pokyne dva statické objekty, keďže predmet nedokáže byť naraz na dvoch miestach. Potom už sa len klikne na tlačidlo pridať. Ak už vytvoril dostačujúci počet pokynov, minimálne jeden musí byť, tak pokračuje ďalej. Stačí už len vyplniť názov scény, poprípade popis scény a to sa následne uloží do databázy.



Obr. 3.15: Obrazovka vytvárania inštrukcií pre žiaka

Test sa uloží podobným spôsobom ako test pre dvojice, avšak najväčší rozdiel je uloženie objektov. Každý objekt sa uloží s danými vlastnosťami.

```

{
  "name": "dice",
  "color": null,
  "position": {x: 5, y: 3, z:3},
  "quaternion": {w:1, x: 0, y: 0, z:0},
  "scale": {x: 3, y: 3, z:3}
}

```

Ak objektu nebola menená farba nastaví sa hodnota null. Tiež sa uložia informácie o použiteľnom materiáli, ktorý je daný na podlahe.

3.2.3 Vytvorenie novú dvojíc

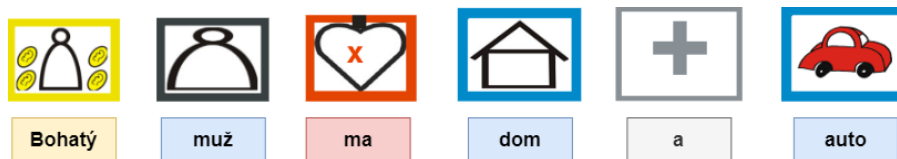
Návrh tejto obrazovky sa spomínal vyššie v práci, v konečnom dôsledku sa veľmi nelíši od implementácie. Najviac viditeľný rozdiel je pri priradzovaní kategórie. Učiteľ má na výber medzi tromi možnosťami, práve len jedna vie byť vybraná. Preto najlepšou implementačnou formou bol typ radio. Ak sa zvolí možnosť existujúca kategória, tak sa objaví dropdown, kde sa nachádzajú všetky kategórie.

Obr. 3.16: Obrazovka pridanie novej dvojice

Učiteľ ak chce vytvoriť novú dvojicu musí nahráť obrázok a zadať názov dvojice. Následne sa daný obrázok uloží do úložiska, a to do priečinka, podľa zvolenej kategórie. Ak nemá zvolenú žiadnu kategóriu, tak sa uloží do priečinka s názvom žiadna. Toto rozdelenie obrázkov do priečinkov, podľa zvolenej kategórie, pomáha ak systém potrebuje zistiť, aké kategórie sú už vytvorené. Informácia o vytvorených kategóriách sa priamo neukladajú do databázy. Získavajú sa spôsobom, že sa načítajú priečinky vytvorené v databáze.

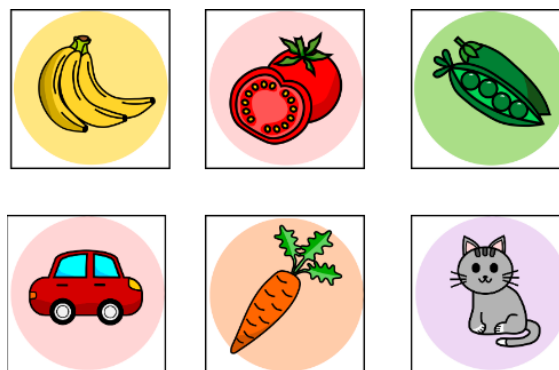
Ak sa obrázok úspešne nahral na úložisko, tak sa uloží aj informácia do kolekcie couples o danej dvojici.

Obrázky, ktoré sú momentálne uložené v databáze sú špeciálne obrázky, ktoré majú aj svoje ohraničenie. To symbolizuje to, do akej kategórie obrázok patrí. Žlté ohraničenie označuje prídavné mená, modré a čierne podstatné mená, avšak obrázky z čiernym rámom označujú osoby. Červené ohraničenie označuje slovesá, pričom hore je ešte vyznačený štvorček, ktorý určuje čas. Vľavo ide o minulosť, v strede o prítomnosť a napravo o budúcnosť.



Obr. 3.17: Príklad špeciálnych obrázkov

V databáze sa okrem špeciálnych obrázkov, nájdu aj obrázky určené na precvičovanie slovnej zásoby. Tieto obrázky boli vytvárané v programe Inkscape.

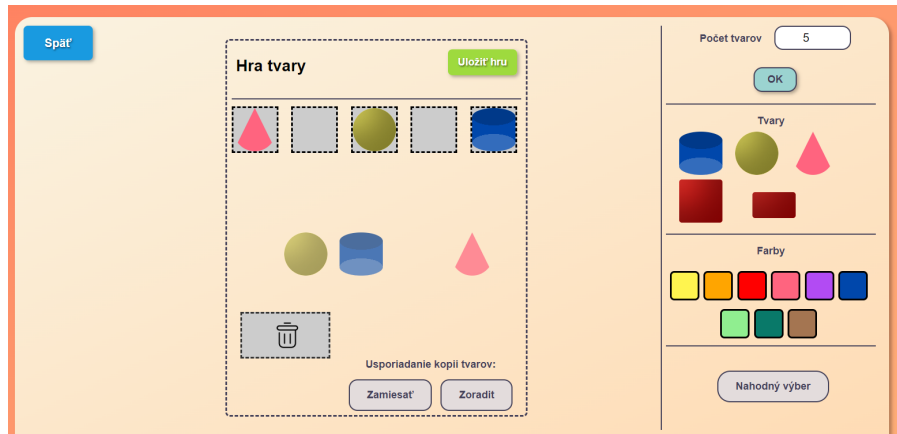


Obr. 3.18: Príklad klasické obrázky

3.2.4 Vytváranie ďalších hier

Vytváranie hry tvary

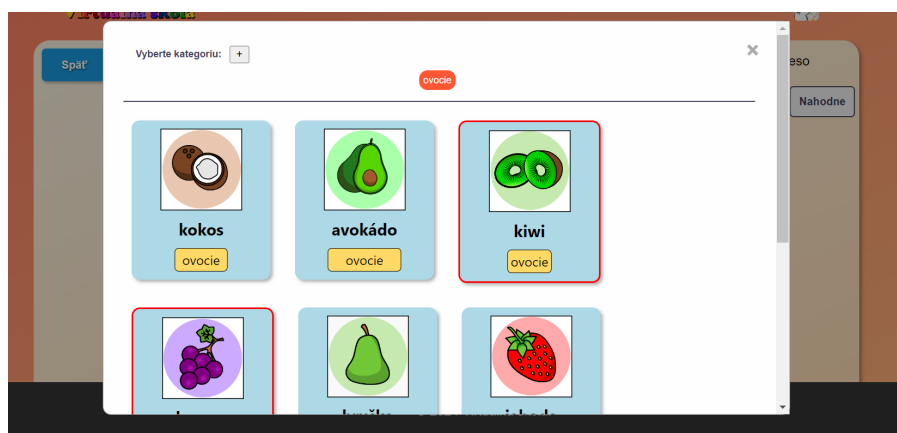
Princíp tvorenia tejto hry je totožný ako pri vytváraní testu priradovanie dvojíc. Na ľavej strane sa nachádzajú objekty, ktorým sa môže zmeniť aj farba. Do testu sa presúvajú pomocou ťahaj a pusť, a dole si vie učiteľ zvoliť, či chce aby zrkadlové objekty, ktoré predstavujú drôtený model boli v rovnakom poradí alebo náhodne usporiadané. Ak sa učiteľovi nechce vymýšľať test, tak jednoducho si vie vygenerovať náhodný test.



Obr. 3.19: Obrazovka vytvárania hry tvary

Vytváranie hry pexeso

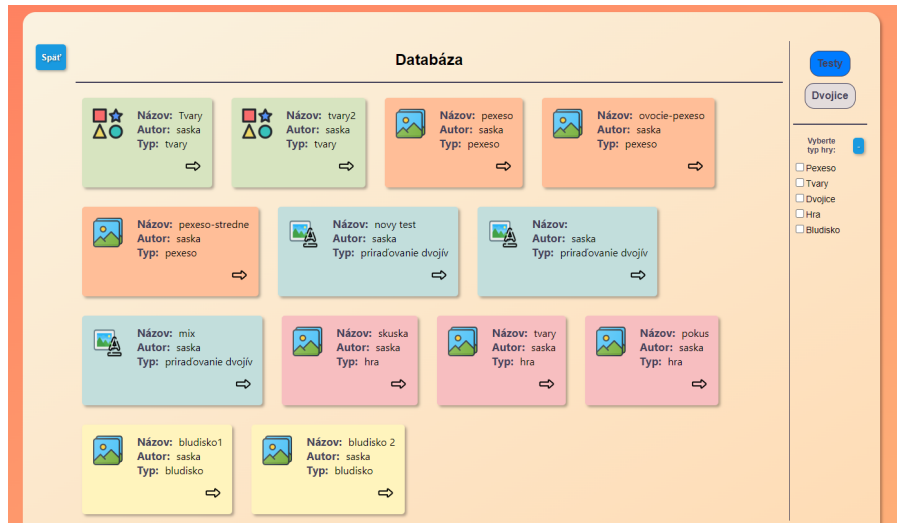
Pri implementácii tejto hry, došlo k zmene pri výbere obrázkov, nepoužíva sa už ľahaj a pušť. Hlavný dôvod je taký, že pri pexese nezáleží v akom poradí sú usporiadané jednotlivé kartičky. Jednoducho učiteľ klikne na tlačidlo vybrať, následne sa otvorí modálne okno, kde sa nachádzajú všetky dvojice. Hore sa nachádza možnosť vyfiltrovať dvojice. Učiteľ konkrétne kartičky pexesa pridáva tak, že klikne na dvojicu ktorú chce pridať. Systém nedovoľuje pridať rovnakú dvojicu dvakrát, ale ani prekročiť stanovený počet pexesa. Dole učiteľ vidí informáciu, koľko kartičiek už bolo vybraných. Ak sa nakoniec učiteľ rozhodne nepridať kartičku, tak znova na ňu klikne. Po kliknutí na kartičku sa zmení ohraňenie na červeno, pretože sa priradí elementu nová vlastnosť. Na základe tejto vlastnosti, sa vie koľko už je vybraných kartičiek. Ak ich už je dostatok, tak sa tlačidlo na potvrdenie aktivuje.



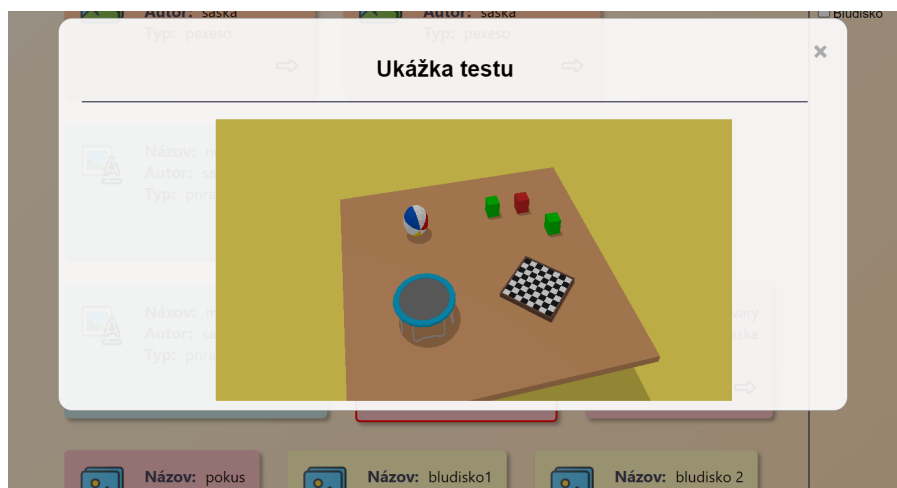
Obr. 3.20: Obrazovka vytvárania hry pexeso

3.2.5 Prehľad testov a dvojíc

Učiteľ má prístup aj do databázy, kde si vie prehľadávať vytvorené dvojice a testy. Na ľavej strane obrazovky sa nachádza panel, kde si vie testy filtrovať podľa typu hry a dvojice podľa kategórie. Pri prezeraní testov si vie pozrieť aj náhľad testu ako vyzerá konkrétny test.



Obr. 3.21: Obrazovka databázy testov



Obr. 3.22: Ukážka testu v databáze

3.2.6 Priradovanie testov konkrétnym žiakom

Posledná funkcia, ktorá bola implementovaná je organizácia pridelovania testov k jednotlivým žiakom. Všetko učiteľ vykonáva v záložke žiaci, na ktorej sa nachádza tabuľka s prehľadom pridelených testov. V pôvodnom návrhu sa zamýšľalo

aj s rozdelením žiakov do tried, avšak sa dospelo k záveru, že tých žiakov nie je až tak veľa.

V hlavičke tabuľky sa nachádzajú názvy hier a v prvom stĺpci mená žiakov. V jednotlivých bunkách už je buď pridelení test alebo prázdne políčko, len s tlačidlo plus. Ak učiteľ stlačí tlačidlo otvorí sa modálne okno, kde uvidí všetky testy, daného typu. Následným kliknutím na test a tlačidla pridať, sa zapíše názov testu do bunky. Avšak na uloženie informácií do databázy musí kliknúť na tlačidlo uložiť zmeny.

3.2.7 Pridanie nového učiteľa a žiaka

Jednou zo základných funkcionalít admina je pridávanie, upravovanie a mazanie používateľov. Na pridanie nového učiteľa, postačí zadať meno učiteľa. Následne podľa toho sa vygeneruje aj jeho používateľské meno. A posledné, čo treba zadať je heslo, musí mať dĺžku aspoň 8 znakov.

The image shows a web form titled "Pridať nového učiteľa". It contains the following elements:

- Meno:** A text input field.
- Priezvisko:** A text input field.
- Prihlasovacie meno:** A text input field with a blue "+" button to its right.
- Heslo (min. 8 znakov):** A text input field.
- Pridať:** A blue button at the bottom right of the form.

Obr. 3.23: Obrazovka pridanie učiteľa

Nový žiak sa ukladá podobným spôsobom, jedine čo sa líši je voľba hesla. Na miesto hesla v podobe textu, sa vyberie 5 obrázkov, ktorými sa následne žiak bude prihlasovať. Obrázky v hesle sa môžu aj opakovať. A okrem mena žiaka sa musí vložiť aj fotka žiaka alebo obrázok. Táto fotografia slúži, keď sa žiak ide prihlásiť. Nevypisuje klasické vstupné polia, namiesto toho klikne na svoju fotografiu a následne sa potom objaví možnosť zadať heslo v podobe obrázkov.

Pridať nového žiaka

Meno:*

Priezvisko:*

Prihlasovacie meno:*

Nahrať fotku:* ghost-8250317_640.png



Heslo:



Obr. 3.24: Obrazovka pridanie žiaka

4 Vyhodnotenie

Celá táto kapitola sa zaoberá procesom experimentálneho overenia a zhodnotenia programového vybavenia na základe, konkrétnych scenárov a experimentov. Jednotlivé scenáre boli zhotovené, tak aby zabrali, čo najväčšie pokrytie možných funkcionalít systému. Scenáre boli rozdelené do dvoch skupín, a to scenáre pre učiteľa a scenár pre žiaka. V rámci experimentálneho overenia systému, boli oslovený dvaja respondenti, a to učiteľ a žiak. Títo účastníci boli vybraný, aby sa získal aj reálny pohľad. Po vykonaní jednotlivých scenárov, nasledovali jednoduché otázky, aby sa vytvoril ucelený pohľad o používaní aplikácie.

Pred vykonaním jednotlivých scenárov, prešli účastníci krátkym školením, kde bolo vysvetlené, o akú aplikáciu ide a aké hry sa tam nachádzajú. Nešlo o žiadnu vizuálnu ukážku, len o ústne informovanie.

4.1 Testovanie funkcií učiteľa

Nasledovne scenáre vykonávala učiteľka anglického jazyka prvého ale aj druhého stupňa.

Scenáre pre rolu učiteľa:

a) Prvý scenár

1. Učiteľ sa prihlási do svojho účtu.
2. Vytvorí novú dvojicu.
3. Vytvorí nový test na priradovanie dvojíc, pričom musí použiť vytvorenú dvojicu z druhého kroku.
4. Priradiť vytvorený test žiakovi.

b) Druhý scenár

1. Vytvoríť novú hru ukladanie vecí.
2. Pozrieť si vytvorenú hru v databáze.

Pri druhom scenári sa už predpokladá, že učiteľ je prihlásený.

Tabuľka vyhodnotenia prvého scenáru učiteľa

Akcia	Stav zvládnutia	Poznámka
Prihlásenie do účtu ako učiteľ	Áno	
Vytvorenie novej dvojice	Áno*	Lepšie označiť jednotlivé záložky v menu.
Vytvorenie testu s novou dvojicou	Áno*	Na obrazovke, kde sa vytváral test. Bolo pre učiteľa príliš veľa tlačidiel. Nevedel čo ma najskôr vykonať.
Priradiť test žiakovi	Áno*	Problém nájsť záložku, kde sa priradzujú testy.

Obr. 4.1: Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre prvý scenár učiteľa

Tabuľka vyhodnotenia druhého scenáru učiteľa

Akcia	Stav zvládnutia	Poznámka
Vytvoríť novú hru ukladanie vecí.	Áno*	Pri vytváraní testu, by učiteľ ocenil aj od systému pomocnú inštrukciú.
Pozrieť si vytvorenú hru v databáze	Áno	

Obr. 4.2: Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre druhý scenár učiteľa

Otázky pre učiteľa

Ako by ste popísali skúsenosť s používaním aplikácie v kontexte vášho scenára?

Aplikácia bola rôznorodá, čo sa týka funkcionalít. Páčilo sa mi, že pri pozeraní databázy, bolo možné pozrieť si aj náhľad testu. Koncept vytvárania, takýchto virtuálnych pomôcok, znie zaujímavo. Celkovo túto skúsenosť hodnotím pozitívne.

Čo by podľa vás mohlo byť v aplikácii zlepšené?

Pomenovanie jednotlivých položiek. Aj orientovanie na stránke, by mohlo byť viac intuitívne.

Ako sa vám aplikácia páčila vizuálne?

Dizajn stránky bol príjemný.

4.2 Testovanie funkcií žiaka

Tieto scenáre vykonávala žiačka 5. ročníka.

Scenár pre žiaka.

1. Prihlásiť sa do svojho účtu.
2. Vypracovať pridelený test (priradovanie dvojíc).
3. Zahrať si hru ukladanie vecí.

Tabuľka vyhodnotenia scenáru žiaka

Akcia	Stav zvládnutia	Poznámka
Prihlásiť sa do účtu ako žiak	Áno	
Vypracovať pridelený test (priradovanie dvojíc).	Áno	
Zahrať si hru ukladanie vecí.	Áno	

Obr. 4.3: Tabuľka vyhodnotenie úspešnosti pre scenár žiaka

Otázky pre žiaka

Páčilo by sa ti takéto vyučovanie v škole?

Áno, páčilo by sa mi.

Prišlo ti ovládanie hier náročné?

Nie

Čo si ti najviac páčilo?

Hra, kde som ukladala vecí.

Čo sa ti najmenej páčilo?

Nič

4.3 Záver vyhodnotenia

Po vykonaní experimentu, sa naskytol aj iný pohľad na vyvíjaný systém. Určite by sa uvítalo, ak by sa testovanie vykonalo na viacerých účastníkov. Ale aspoň sa ho zúčastnili osoby, ktoré zapadali do profilu role.

Každý jeden scenár viedol k úspešnému koncu. Niektoré kroky trvali dlhšie, alebo ich sprevádzali určité pripomienky. Celý priebeh je naznačený hore na obrázkoch tabuliek. Ako sa uvádzalo na začiatku kapitoly, po vykonaní scenárov, nasledovali otázky, ktoré boli zodpovedané ústne. Otázky pre učiteľa a žiaka sa líšili, ale zaujímali sa o podobné veci.

Tento experiment vyhodnotil to, že treba zlepšiť navigáciu pre učiteľa. Možno by bolo, treba to lepšie navrhnuť. Medzi slabé body systému, určite patrí používateľské prostredie, ale čo sa týka funkcionalít, tam neboli skoro žiadne výhrady. Niekedy sa na obrazovke nachádza až veľmi veľa tlačidiel naraz, možno by nemuseli byť všetky naraz aktívne alebo viditeľné. Určite aj zmena pomenovania, niektorých elementov posunie systém, k tomu aby bol viac zrozumiteľný. Taktiež je potrebné k jednotlivým hrám pridať pomocník, aby sa vedelo, čo sa od učiteľa vyžaduje. Prostredie pre žiaka v experimente dopadlo lepšie. Nebol problém v orientácii stránky, a ani v ovládaní alebo pochopení vybraných hier, ktoré boli testované. Aj koncept, takýchto vzdelávacích pomôcok bol pochválený. Aj farebnosť, či už stránky, alebo scény sa páčila.

5 Záver

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvoriť virtuálnu školu, s použitím ikonicko-textovej formy. V tejto virtuálnej škole, by sa mal vedieť žiak vzdelávať, pomocou interaktívnej a zábavnej formy. Mal by byť schopný samoštúdia ale aj vykonávať testy, ktoré mu boli priradené. Učiteľ by zase mal mať možnosť vytvárať nový obsah pre žiaka, ktorý je založený na textovo-ikonicko- podobe. Vytvorené dvojice, testy a hry, by mal byť schopný si prezerať a filtrovať. Konkrétny test vie aj priradiť jednotlivým žiakom.

Analytická časť práce sa zaoberá pochopením, čo je virtuálna realita, počítačová grafika a interaktívne grafické rozhrania. Ďalej analyzuje problematiku vzhľadom na tému práce. Približuje, aké faktory sú dôležité na tvorbu virtuálneho prostredia. K tejto časti patrí aj analýza prostriedkov, ktoré môžu byť využívané pri tvorbe virtuálneho prostredia. Na konci kapitoly sa nachádza zhodnotenie a následne výber konkrétnych prostriedkov, pomocou ktorých bude systém implementovaný.

Pri návrhu a implementácii riešenia, v tejto časti sú popísané jednotlivé časti systému a aj postup ako boli implementované. Pri implementácii sa hlavne pozeralo na to, ako žiak vie ovládať jednotlivé hry. Nastala aj taká situácia, že pri implementácii nastala určitá zmena, za účelom zlepšenia používania systému. Ďalším sledovaným faktorom bolo ako sa jednotlivé hry vyhodnocujú. Pri úlohách, ktoré vykonáva učiteľ sa pozeralo, hlavne na to ako sa jednotlivé dáta spracujú a uložia do databázy.

Vyhodnotenie, sa zaoberalo experimentom, kde zástupcovia danej roli plnili pripravené scenáre. Po vykonaní sa zhodnotila ich úspešnosť a bolo položených zopár otázok. Na konci kapitoly sa nachádza záver, kde sa zhodnotilo to, čo bolo vykonávané v experimente.

Najväčší prínos tejto práce, je vytvorenie konceptu aplikácie virtuálna škola. Aplikácia ukazuje ako by mohol, byť ozvláštnený proces klasického vyučovania. Ako vie učiteľ vytvárať nové ikonicko-textové dvojice, ktoré následne používa pri vytváraní testov. Nakoniec vie test priradiť žiakovi. Žiak sa takýmto spôsobom

vie vzdelávať zábavnou formou vo virtuálnom prostredí.

Medzi možné vylepšia tejto práce, patrí určite zlepšiť rozloženie celého webu, hlavne čo sa týka učiteľskej podstránky. Priniesť do systému ďalšie koncepty testov a hier. Pridať podporu aj pre iné ovládače.

Literatúra

1. YOON, Hyeon Jeong; KIM, Jonghwa; PARK, Sang Woo; HEO, Hwan. Influence of virtual reality on visual parameters: immersive versus non-immersive mode. *BMC ophthalmology*. 2020, roč. 20, s. 1–8.
2. PORTER III, John; BOYER, Matthew; ROBB, Andrew. Guidelines on successfully porting non-immersive games to virtual reality: a case study in minecraft. In: *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. 2018, s. 405–415.
3. FREINA, Laura; OTT, Michela. A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In: *The international scientific conference elearning and software for education*. 2015, zv. 1, s. 10–1007. Č. 133.
4. CRAIG, Alan B. Understanding augmented reality: Concepts and applications. 2013.
5. CHURCHILL, Elizabeth F; SNOWDON, Dave. Collaborative virtual environments: an introductory review of issues and systems. *virtual reality*. 1998, roč. 3, s. 3–15.
6. PRINT, Simply. *Raster versus Vector*. Dostupné tiež z: <https://www.simplyprint.net/raster-versus-vector/>.
7. BEATTY, John C. Raster graphics and color. *The American Statistician*. 1983, roč. 37, č. 1, s. 60–75.
8. GRAPHICS, Bitmap. Vector Graphics. 2005.
9. OUBIBI, Mohamed; FUTE, Antony; OUBIBI, Ayoub; JING, Hui; SALEEM, Atif; ZHOU, Yueliang. Integration of Virtual Reality Technology in the Primary School: Students' Creativity and Learning Engagement. In: *2022 Eleventh International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)*. 2022, s. 120–125. Dostupné z DOI: 10.1109/EITT57407.2022.00027.

10. LIN, Hui Fei. *Influence of Virtual Experience Immersion, Product Control, and Stimulation on Advertising Effects*. Dostupné tiež z: <https://www.igi-global.com/viewtitle.aspx?titleid=292066>.
11. SLAVOVA, Yoana; MU, Mu. A Comparative Study of the Learning Outcomes and Experience of VR in Education. In: *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. 2018, s. 685–686. Dostupné z DOI: 10.1109/VR.2018.8446486.
12. GUO, Xi; MOGRA, Imran. Using Web 3D and WebXR Game to Enhance Engagement in Primary School Learning. In: *2022 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*. 2022, s. 181–184. Dostupné z DOI: 10.1109/ISM55400.2022.00040.
13. PEINL, Rene; WIRTH, Tobias. *Presence in VR experiences – an empirical cost-benefit-analysis*. 2020.
14. ISAR, Cosmina. A glance into virtual reality development using unity. *Informatica Economica*. 2018, roč. 22, č. 3, s. 14–22.
15. CHECA, David; GATTO, Carola; CISTERNINO, Doriana; DE PAOLIS, Lucio Tommaso; BUSTILLO, Andres. A framework for educational and training immersive virtual reality experiences. In: *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics: 7th International Conference, AVR 2020, Lecce, Italy, September 7–10, 2020, Proceedings, Part II* 7. 2020, s. 220–228.
16. KATZ, Neil; COOK, Tom; SMART, Robert. Extending web browsers with a unity 3d-based virtual worlds viewer. *IEEE Internet Computing*. 2011, roč. 15, č. 5, s. 15–21.
17. HILLMANN, Cornel. *Unreal for Mobile and Standalone VR*. Springer, 2019.
18. ALMANSOURY, Farag; KPODJEDO, Sègla; BOUSSAIDI, Ghizlane El. Investigating Web3D topics on StackOverflow: a preliminary study of WebGL and Three.js. In: *Proceedings of the 25th International Conference on 3D Web Technology*. Virtual Event, Republic of Korea: Association for Computing Machinery, 2020. Web3D '20. ISBN 9781450381697. Dostupné z DOI: 10.1145/3424616.3424726.
19. OTTOSSON, Stig; HOLMDAHL, Lars. Web-based virtual reality. *Journal of Engineering Design*. 2007, roč. 18, č. 2, s. 103–111.
20. FIREBASE. *Cloud Firestore Data model*. Dostupné tiež z: <https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model>.

21. KOLEE. *Storing images in Room DB using Base64*. Dostupné tiež z: <https://medium.com/@sh0707.lee/the-easiest-method-to-save-images-in-room-database-by-base64-encoding-9b697e47b6fa>.
22. TUTORIALS, Three.js. *Physics with Cannon*. Dostupné tiež z: <https://sbcode.net/threejs/physics-cannonjs/>.

Zoznam príloh

Príloha A Systémová príručka,

Príloha B Používateľská príručka,

Príloha C CD médium – záverečná práca v elektronickej podobe

A Systemová príručka

Úvod

Táto systémová príručka je vedená ako príloha k diplomovej práci Virtuálna škola - ikonicko-textová forma. V rámci tejto príručky budú uvedené hardvérové a systémové požiadavky, na bezproblémový chod a používanie aplikácie. V prípade že sa používateľ chce dozvedieť viac ohľadom používania aplikácie a samotných minihier v nej, tieto informácie si vie získať v Používateľskej príručke ktorá je taktiež vedená ako príloha k už spomínanej práci.

Systemové požiadavky

Nakoľko sa jedná o webovú aplikáciu, systémové požiadavky pre spustenie a používanie aplikácie obsahujú len základné komponenty, ktorými sú:

- Internetový prehliadač
- Pripojenie na Internet

Obe z vyššie spomenutých požiadaviek sú povinné, a pri vynechaní hociktorej z nich nebude možné aplikáciu plnohodnotne používať. V prípade, že by používateľ chcel používať aplikáciu bez pripojenia na internet, používateľ by nebol schopný čítať a nahrávať veci do databázy, čo by sa prejavilo na problémoch s prihlásením, vytváraním a hraním minihier.

Hardvérové požiadavky

Samotná aplikácia ako už bolo spomenuté, je vytvorená pre webové prostredie. Z tohto hľadiska bolo aj používanie aplikácie prispôsobené na priemerného používateľa, ktorý vo väčšine prípadov disponuje myšou a klávesnicou. Pomocou týchto dvoch prvkov vie používateľ bezproblémovo používať aplikáciu ako vo

webovom, tak aj vo virtuálnom prostredí. Samotná podpora ovladačov nebola implementovaná, avšak v prípade že používateľ namapuje funkcionlitu ovladačov na pohyby myši a klávesnice, je možné aplikáciu používať aj pomocou nich. Silne sa však odporúča použitie myši a klávesnice.

Architektúra riešenia

Aplikácia je zostavená z jednej hlavnej časti. Tá obsahuje implementáciu pomocou HTML, CSS, JS a frameworku threeJS v spojení s ostatnými rámcami, napríklad pre podporu animácií(TwinJS). Základná funkcionlita je rozdelná v rámci projektu pomocou priečinkov podľa role používateľa. Následne v rámci používateľských priečinkov je funkcionlita ďalej rozdelená, no podľa typu minihry alebo interakcie so stránkou. V prípade učiteľa to je napríklad vytváranie dvojíc, a v prípade žiaka to je napríklad hranie pexesa. Čo sa týka dát ktoré vie používateľ v rámci aplikácie tvoriť a modifikovať, tak tie uložené v dvoch úložiskách, kde prvým je Firebase Cloud storage, ktorý slúži na ukládanie obrázkov v prípade dvojíc, a druhým je Cloud firestore, kde sú uložené testy, dvojice(s odkazom na obrázkov uložený v Storage) alebo ostané dáta ktoré sa pri prehľadávaní alebo hraní minihier používajú.

B Používateľská príručka

Úvod

Táto používateľská príručka slúži ako príloha k diplomovej práci Virtuálna škola. V tejto príručke je uvedené, čo všetko môže vykonávať žiak a učiteľ, aj to akým spôsobom to má vykonávať.

Používanie aplikácie z pohľadu žiaka

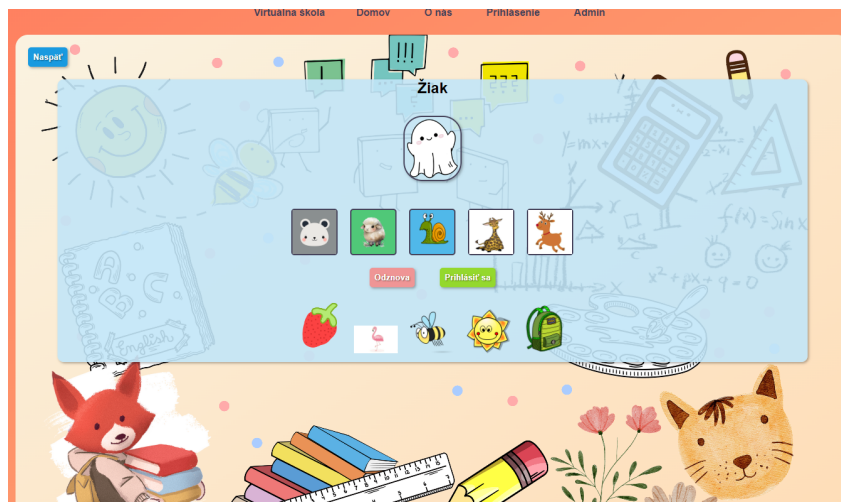
Po načítaní aplikácie, sa žiakovi zobrazí hlavná stránka, hore keď klikne na tlačidlo prihlásiť sa, tak sa načíta prihlasovacia obrazovka. Tam si zvolí možnosť študenta. Po kliknutí na danú možnosť, sa načíta prihlasovacia obrazovka žiaka. Žiak tam vidí fotografie / obrázky, vyberie si svoj obrázok.



Obr. B.1: Prihlasovanie žiaka

Ak žiak klikol na svoju fotografiu, tak sa načíta možnosť zvoliť heslo podľa obrázkov. Ak žiak zadá 5 obrázkov a klikne na tlačidlo prihlásiť sa. Tak sa mu načíta hlavné menu žiaka. V prípade, že zadal zle heslo, tak môže skúsiť znovu. Ak pri

zadávaní hesla sa žiak pomýli môže kliknúť na tlačidlo odznova. Kliknutím na obrázok, sa automatický presunie do hesla.



Obr. B.2: Zadávanie hesla

Po úspešnom prihlásení sa načíta menu, žiak si vie zvoliť akú aktivitu bude vykonávať. A to kliknutím na dané tlačidlo, ak by chcel zmeniť aktivitu, klikne na tlačidlo naspäť.



Obr. B.3: Hlavné menu žiaka

Hra priradovanie dvojíc

Žiak klikne na tlačidlo spájanie dvojíc, následne sa mu načíta obrazovka, na ktorej sa nachádza úvodné menu. Kliknutím na tlačidlo dopĺňovanie obrázkov, sa vygeneruje typ hry, kde dopĺňa obrázky.



Obr. B.4: Obrazovka hry priradovanie dvojíc

Túto hru žiak ovláda tak, že klikne na obrázok ktorý chce presunúť a následne klikne na vyznačené miesto. A obrázok sa presunie, tým istým postup sa vie vrátiť obrázok aj naspäť. Dole sa nachádza tlačidlo skontrolovať, kliknutím na to tlačidlo sa vyhodnotí hra. Hore vľavo je zelená šípka, ktorou sa žiak vracia naspäť do menu hry priradovanie dvojíc.



Obr. B.5: Hranie hry priradovanie dvojíc

Hra pexeso

Sa ovláda totožne ako hra priradovanie dvojíc, kliknutím na tlačidlo pexeso, sa načíta hlavné menu hry pexeso. Žiak ma na výber z 5 možností. Ak klikne na ľahké tak sa vygeneruje pexeso s počtom 10 kartičiek. Ak stredné tak 20 kartičiek a pri ťažkom až 30 kartičiek. Pri najťažšej obťažnosti, žiak už nehľadá rovnaké obrázky ale obrázok a text. Tlačidlo mix, rozloží pexeso nie v mriežke ale náhodne po ploche. Tlačidlo test, spustí test, ktorý zadal učiteľ žiakovi. Ak nie je žiaden tak stôl ostane prázdny. Kartičky žiak otáča kliknutím na vybrané pexeso. Ak nájde pár kartičky zmiznú. Hore nad pexesom sa nachádza čas a tlačidlo X. Ak žiak

klikne na tlačidlo X, tak čas zmizne a tlačidlo X sa obráti, tak aby žiak na tlačidlo videl hodiny. Ak klikne na hodiny čas sa opäť objaví.



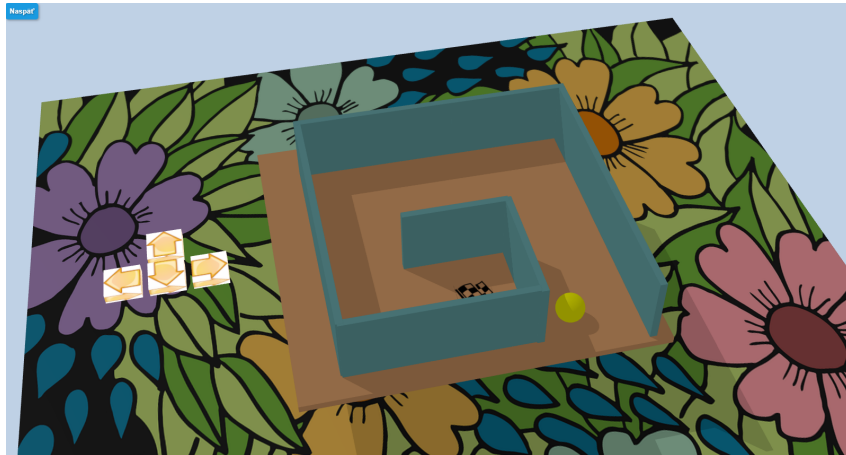
Obr. B.6: Obrazovka hry pexeso



Obr. B.7: Hranie hry úexeso

Hra bludisko

Žiak žltú loptičku ovláda, pomocou kláves šípok, a podľa toho akým smerom chce ísť. Alternatívna voľba je ovládať loptičku klikaním na tlačidlá, ktoré sú priamo v scéne. Ak žiak presunie loptičku do cieľa, tak vyhral.



Obr. B.8: Hra bludisko

Hra puzzle a kocková hra

Mechanika otáčania kociek je rovnaká. Žiak otáča kocky tak, že drží pravé tlačidlo a pohybuje sa myškou. Obe hry majú tlačidlo skontrolovať, ak sa klikne na dané tlačidlo, vyhodnotí sa hra. Pri hre puzzle sa biela plocha pod kockami zafarbí podľa toho, či sú správne uložené. Ak áno bude to zelená farba ak nie tak červená. Okrem toho ak žiak klikne na otázniky, ktoré sa nachádzajú na tabuli, ukáže sa nápoveda. Pri kockovej hre prebieha vyhodnotenie podobne, iba s tým rozdielom, že zafarbujú na zeleno len správne plochy, nesprávne ostávajú červené.



Obr. B.9: Hra puzzle



Obr. B.10: Hra otáčanie dvojíc

Hra tvary a spájanie dvojíc

V týchto hrách žiak, presúva objekty rovnako. A to tak, že klikne na objekt, ktorý chce presunúť a potom už len pohybuje myšou, následne ak znova klikne, tak už nevie posúvať s objektom.

Vyhodnotenie hry tvary

Žiak klikne na tlačidlo skontrolovať, a ak dobre presunul tvar, tak sa vytvorí okolo tvaru obrys v zelenej farbe, naopak aj zle priradí, tak obrys bude červený.



Obr. B.11: Hra tvary

Vyhodnotenie ukládanie predmetov

Žiak sa musí riadiť pokynmi, ktoré sú zobrazené nad plochou, ak si myslí, že pokyn bol vykonaný správne klikne na tlačidlo OK. Ak bol tak sa objaví ďalší

pokyn. Pri poslednom pokyne sa vypíše, že sa hra skončila.



Obr. B.12: Hra ukládanie vecí

Používanie aplikácie z pohľadu učiteľa

Po načítaní hlavnej stránky, sa klikne v menu hore na tlačidlo prihlásiť sa. Potom sa zvolí tlačidlo učiteľ. Načíta sa prihlasovacia obrazovka, kde učiteľ musí zadať používateľské meno a heslo.

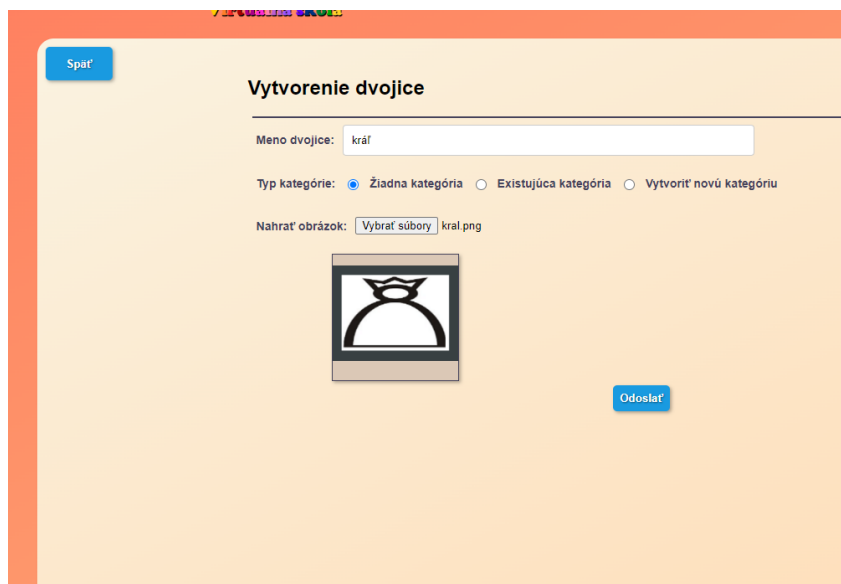


Obr. B.13: Obrazovka prihlasenia učiteľa

Po úspešnom prihasení, sa zobrazí menu, na obrazovke sa nachádza veľmi veľa tlačidiel, aj hore menu sa zmenilo.

Vytvorenie dvojíc

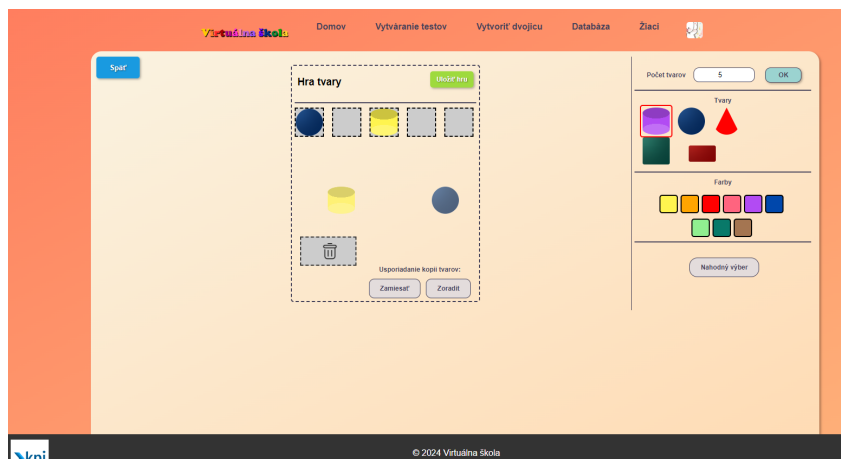
Kľuknutím na tlačidlo vytvorenie dvojíc, sa načíta obrazovka pridania novej dvojice. Učiteľ musí vyplniť pomenovanie, názov obrázku. Kľuknutím na vybrať súbor sa otvorí prehliadač súborov. Týmto spôsobom sa vyberie obrázok. Kľuknutím odoslať sa vytvorí nová dvojica.



Obr. B.14: Obrazovka vytvorenia novej dvojice

Vytvorenie hry tvary

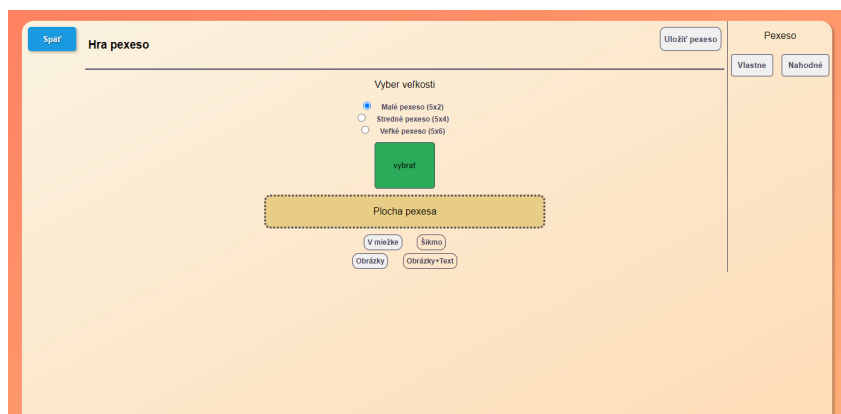
Kľuknutím na ľubovoľný tvar, v sekcii tvary, sa pridá tvaru červený obrys. Ak sa teraz klikne na hocijakú farbu, zo sekcie farby. Tak sa tvaru zmení farba. Kľuknutím a ťahaním sa tvar presúva, dá sa položiť len na vyznačené miesto, sivá kocka s prerušovaným obrysom. Alebo sa dá útvar premiestniť do koša. Ak sa klikne na náhodný výber, tak sa náhodne vygenerujú tvary. Tlačidlo zamiešať, zamieša dolné kópie tvarov, naopak tlačidlo zoradiť, vykoná zoradenie. Ak sa nachádza aspoň jeden útvar, tak učiteľ môže kľuknúť na uložiť test. Otvorí sa modálne okno, kde už len stačí dopísať názov hry a následne kľuknúť na uložiť.



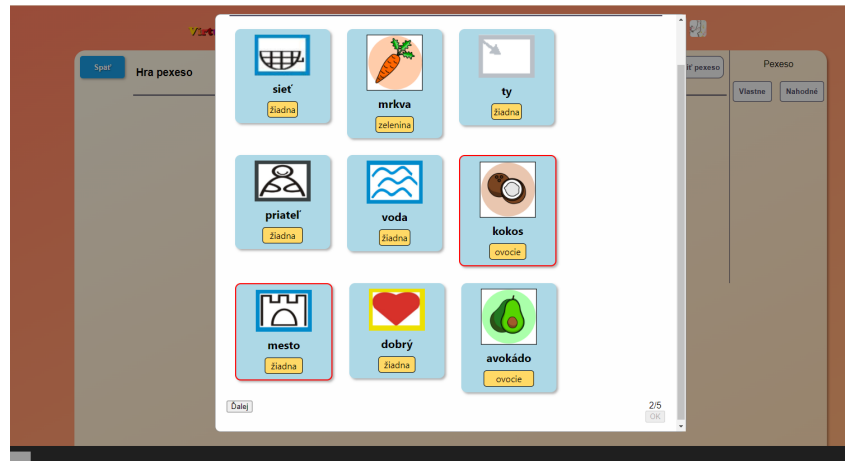
Obr. B.15: Obrázok vytvorenia hry tvary

Vytvorenie hry pexeso

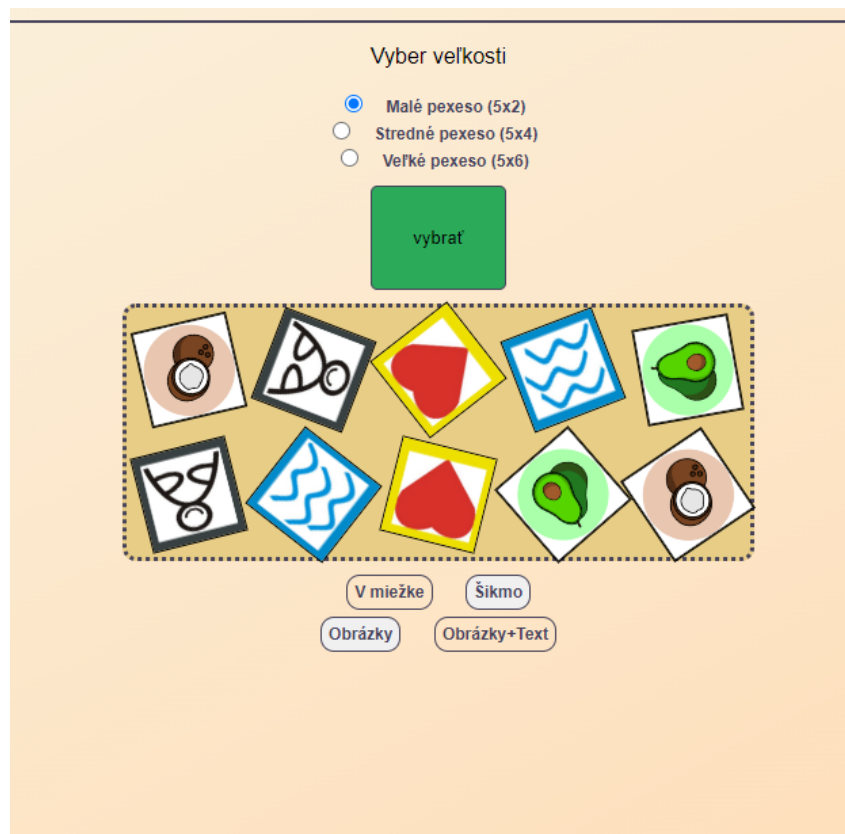
Je možnosť voľby, koľko kartičiek nech obsahuje pexeso. Ak sa stlačí na tlačidlo vybrať, načíta sa modálne okno s dvojicami. Kliknutím na dvojicu, sa dvojica pridá do pexesa. Odstrániť zakliknutú dvojicu, stačí znova na ňu kliknúť. Ak už bude vybraný dostatočný počet tlačidlo OK sa aktivuje, a následne ak sa klikne na tlačidlo. Tak sa zobrazí vybrané pexeso. Tlačidlá pod pexesom určujú, či pexeso obsahuje len obrázky alebo je to kombinované. A ako budú otočené kartičky. Ak učiteľ klikne na tlačidlo náhodné, tak sa objavia kategórie. Po zakliknutí jednej alebo viacerých kategórií, a následným kliknutím na tlačidlo použiť sa vygeneruje náhodne pexeso.



Obr. B.16: Obrázok vytvorenia hry pexeso



Obr. B.17: Obrazovka vyberania pexesa



Obr. B.18: Obrazovka vytvorené pexeso

Vytvorenie priraďovanie dvojíc

Ak sa klikne na tlačidlo vlastný test, a následne na tlačidlo plus, tak sa objavia kategórie. Po vybraní kategórie sa načítajú obrázky. Do plochy sa dvojice pridajú preťahovaním. Dole si vie učiteľ zvoliť, čo sa bude dopĺňovať. Ak klikne na tlačidlo náhodný test, a zvolí si kategórie, tak sa načíta náhodne rozloženie vybraných

dvojíc.

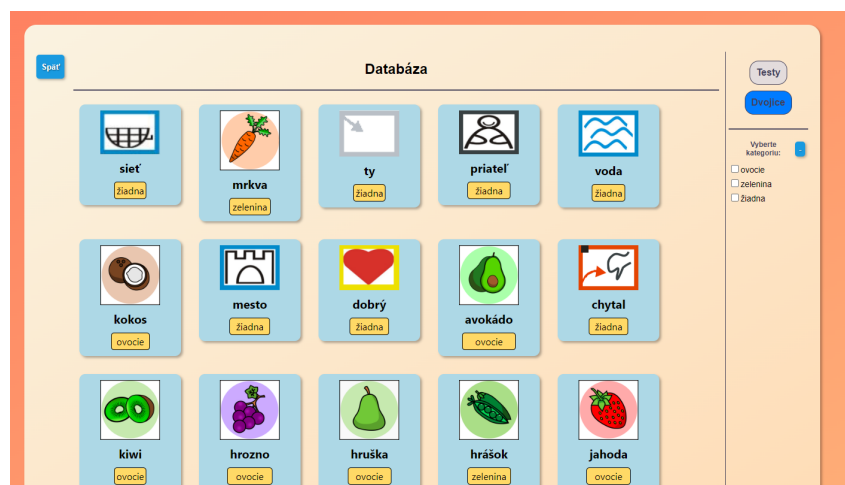


Obr. B.19: Obrazovka vytvorenia hry priradenie dvojíc

Ak sa klikne na tlačidlo uložiť. Tak sa otvorí modálne okno, kde sa vypíše názov testu a už sa len klikne na tlačidlo uložiť.

Prezeranie databázy

Ak učiteľ klikne na tlačidlo databáza, tak sa mu načíta stránka, kde sa nachádzajú všetky testy a dvojice. Naľavo kliknutím na dvojice sa zobrazia dvojice. Na kliknutí tlačidla testy sa zobrazia testy, a ak klikne na tlačidlo plus, tak sa zobrazí filter. Tam si vie zvoliť typ hry.



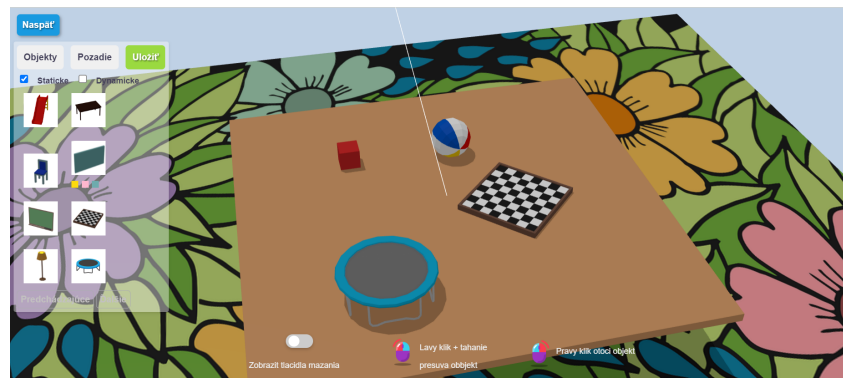
Obr. B.20: Obrazovka prezeranie dvojíc



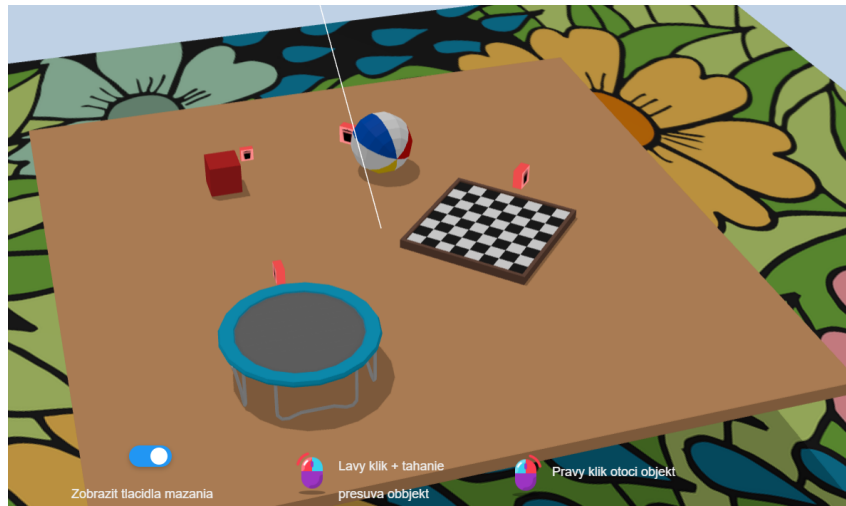
Obr. B.21: Obrázok prezeranie testov

Vytvoriť scénu

Kliknutím na tlačidlo vytvoriť scénu, vie učiteľ vytvoriť hru ukladanie vecí. Vpravo sa nachádza panel, kde sú nasledujúce tlačidlá. Ak sa stlačí tlačidlo objekty, zobrazia sa objekty, ktoré môže učiteľ pridať do scény. Klikne na obrázok objektu a ten sa pridá na plochu, Objekty otáča, keď na nich kliká pravým tlačidlom. Zmazať objekty vie tak, že zapne prepínač, ktorý sa nachádza dole. Tým sa pri objektoch zobrazia tlačidlá mazanie, ak sa klikne na tlačidlo, tak sa objekt zmaže.



Obr. B.22: Obrázok tvorby hry ukladanie dvojíc



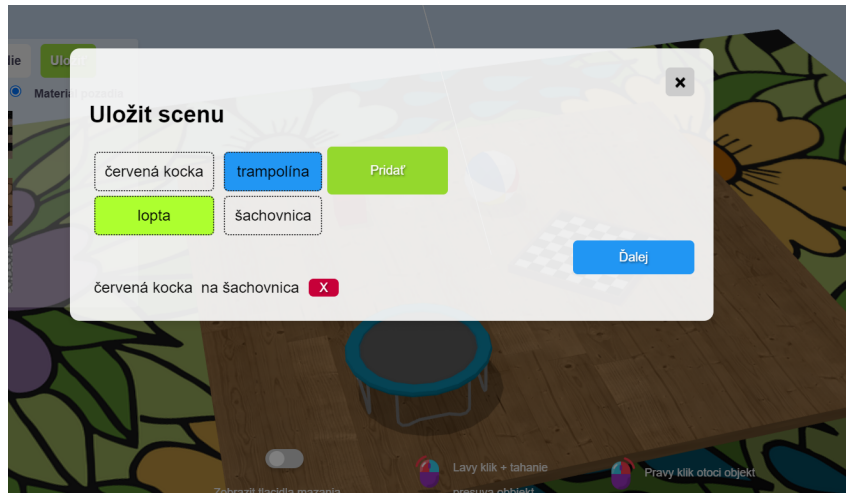
Obr. B.23: Obrazovka mazanie objektov v scéne

Ak sa v bočnom paneli klikne na tlačidlo pozadie, tak učiteľ vie upravovať pozadie podlahy.



Obr. B.24: Obrazovka zmena materiálu

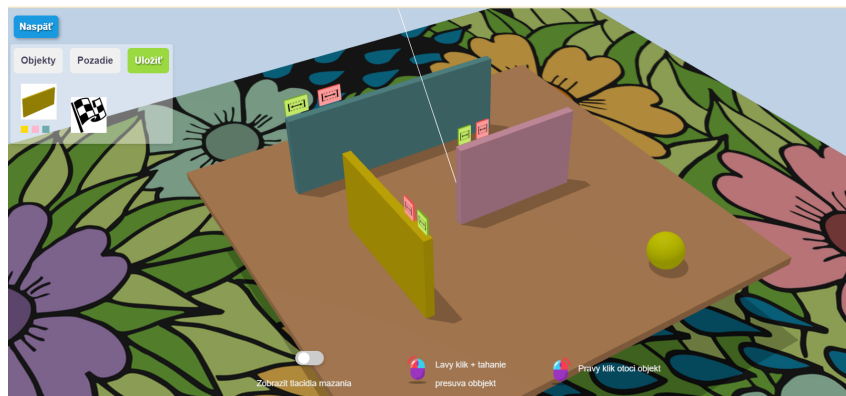
Ak sa stlačí tlačidlo uložiť, tak učiteľ môže vytvoriť pokyny pre žiaka. Stále musí učiteľ vybrať niečo z prvého stĺpca, to je dynamický objekt. Ale aj z druhého to je statický objekt. Ak už má vybrané, tak stlačí tlačidlo potvrdiť. Ak má vytvorené scenáre, tak môže pokračovať ďalej.



Obr. B.25: Obrazovka tvorba pokynov

Vytvoríť bludisko

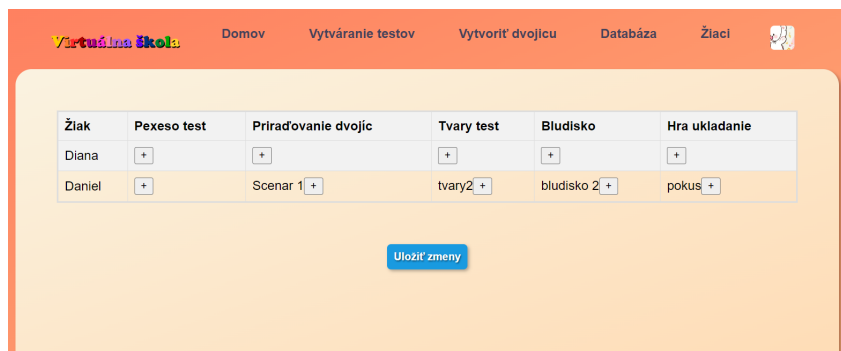
Toto sa rovnako ovláda ako predchádzajúcu tvorbu hry. Jediný rozdiel je, že jednotlivé steny v bludisku, vie učiteľ rozširovať alebo zužovať.



Obr. B.26: Obrazovka tvorba hry bludisko

Priradovanie testu k žiakovi

Ak učiteľ v hornom menu, klikne na záložku žiaci tak sa mu objaví tabuľka, kde vie priradzovať testy. Podľa toho aký test a komu ho chce priradiť zvolí tlačidlo plus. Následne sa otvorí ponuka testov. Kliknutím na test a potvrdením vie priradiť test. Vedľa priradenia je tlačidlo mazať, to slúži na zmazanie testu. Na konci musí stlačiť tlačidlo potvrdiť zmeny.



Obr. B.27: Obrazovka priradovanie testu k žiakovi