

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Grega Žlahtič

IZDELAVA 2D-VIDEOIGRE ZOBOBRAN

Magistrsko delo

Maribor, junij 2019

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Grega Žlahtič

IZDELAVA 2D-VIDEOIGRE ZOBOBRAN

Magistrsko delo

Maribor, junij 2019

IZDELAVA 2D-VIDEOIGRE ZOBOBRAN

Magistrsko delo

Študent: Grega Žlahtič
Študijski program: Računalništvo in informacijske tehnologije (MAG)
Mentor: red. prof. dr. Peter Kokol
Lektorica: Mija Žlahtič, mag. slov. jez. in knjiž.

ZAHVALA

Hvala mentorju, red. prof. dr. Petru Kokolu, in vsem, ki ste me spodbujali, mi pomagali in mi stali ob strani.

IZDELAVA 2D-VIDEOIGRE ZOBOBRAN

Ključne besede: resne igre, igre za zdravje, zobozdravstvo, obramba stolpov, Unity

UDK:

Povzetek

Magistrsko delo posega na področje resnih iger, in sicer iger za zdravje, katerih cilj je z ozaveščanjem uporabnika in s spreminjanjem njegovega obnašanja vplivati na njegovo zdravje – preprečiti, določiti ali zdraviti bolezni. Osredinja se na problematiko zobne higijene pri otrocih, katerih zobje pogosto trpijo zaradi zobnega kariesa in erozije, ki nastaneta zaradi nepravilne prehrane ter nepravilnega in/ali nerednega umivanja zob. Cilj magistrskega dela je razvoj videoigre za motiviranje otrok k umivanju zob in poučevanje o ustni higieni, pri čemer je v ospredju predstavitev celotnega procesa izdelave igre tipa obramba stolpov, od začetne ideje, ki izvira iz dejanskega problema, do končnega izdelka, delujoče igre.

DEVELOPMENT OF THE 2D-VIDEO GAME ZOBOBRAN

Keywords: tower defense, serious games, games for health, dentistry, Unity

UDC:

Abstract

This master's thesis reaches into the field of serious games, specifically games for health, which aim to raise the users awareness and modify their behaviour to affect their health in order to prevent, identify or heal illnesses. It focuses on the issue of dental hygiene in children, whose teeth are often affected by dental caries and erosion, both resulting from poor nutrition and/or infrequent brushing. The goal of this thesis is the development of a game that will motivate children to brush their teeth and educate them about proper dental hygiene. It focuses mainly on presenting the complete process of developing a tower defense game from the initial idea (stemming from a concrete problem) up to the finished product - a playable game.

KAZALO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | UVOD | 1 |
| 1.1 | Namen in cilj magistrskega dela | 2 |
| 1.2 | Uporabljene metode | 2 |
| 1.3 | Opis vsebine po poglavjih | 3 |
| 2 | RESNE IGRE | 4 |
| 2.1 | Igre za zdravje | 16 |
| 2.1.1 | <i>Igre za zdravstveno osebje</i> | 16 |
| 2.1.2 | <i>Igre za paciente</i> | 17 |
| 2.1.3 | <i>Igre za promocijo zdravja</i> | 19 |
| 2.2 | Zobozdravstvo..... | 19 |
| 2.2.1 | <i>Vpliv slabe ustne higijene na zdravje</i> | 21 |
| 2.2.2 | <i>Vzdrževanje ustne higijene</i> | 26 |
| 2.2.3 | <i>Motiviranje otrok k negi ustne votline</i> | 34 |
| 3 | IGRA OBRAMBA STOLPOV | 37 |
| 4 | UNITY | 42 |
| 4.1 | Unity igre | 44 |
| 4.2 | Monobehaviour | 47 |
| 5 | ZOBOBRAN | 48 |
| 5.1 | Prepoznavna potrebe | 48 |
| 5.2 | Ideja | 49 |
| 5.3 | Načrtovanje..... | 52 |
| 5.3.1 | <i>Scena za upravljanje z uporabniki</i> | 52 |
| 5.3.2 | <i>Scene težavnosti</i> | 53 |
| 5.3.3 | <i>Obramba stolpov</i> | 55 |
| 5.3.4 | <i>Izdelovalec stopenj</i> | 56 |
| 5.3.5 | <i>Bakterije in stolpi</i> | 56 |
| 5.4 | Oblikovanje | 57 |

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 5.5 | Implementacija | 62 |
| 5.6 | Testiranje | 76 |
| 6 | SKLEP..... | 77 |
| | VIRI IN LITERATURA | 79 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Igre <i>The Oregon Trail</i> , <i>Pepsi Invaders in America's Army</i> [84], [85], [86]..... | 11 |
| Slika 2: Prikaz zobnega kariesa [30] | 22 |
| Slika 3: Prikaz zobne erozije [30]..... | 23 |
| Slika 4: Prikaz zob in dlesni, obolelih s parodontalno boleznijo [30] | 24 |
| Slika 5: Pripomočki za nego ustne votline | 27 |
| Slika 6: Pripomočki za igro in uporabniški vmesnik prototipa igre Playful Toothbrush.. | 36 |
| Slika 7: Igra <i>Kingdom Rush</i> [109], [110]..... | 39 |
| Slika 8: Igra <i>Bubble Tanks</i> [111] | 40 |
| Slika 9: Igra <i>GemCraft</i> [112]..... | 41 |
| Slika 10: Platforme, za katere je mogoče izdelati igre s pogonom Unity [72]..... | 43 |
| Slika 11: Razvrstitev igralni pogonov, s katerimi je bilo izdelanih 1000 brezplačnih mobilnih iger, glede na delež rabe [72]..... | 44 |
| Slika 12: Igra <i>Pokemon Go</i> [113], [114], [115], [116] | 45 |
| Slika 13: Igra <i>Albion Online</i> [117] | 46 |
| Slika 14: Igra <i>HearthStone</i> [118], [119] | 46 |
| Slika 15: Prvi prototip igre | 59 |
| Slika 16: Oblikovanje preproste bakterije | 60 |
| Slika 17: Elementi poti v videzu jezika | 61 |
| Slika 18: Pripravljanje uporabniškega vmesnika s polprosojnimi površinami..... | 61 |
| Slika 19: Uporabniški vmesnik v ujemajočem videzu jezika | 62 |
| Slika 20: Koda za animacijo poljubnega objekta | 64 |
| Slika 21: Oblikovanje naslova igre | 65 |
| Slika 22: Igra za izbiro stopnje v preprosti težavnosti | 67 |
| Slika 23: Prikaz tehnike kopičenje objektov v kodi | 73 |

KAZALO SHEM

| | |
|---|----|
| Shema 1: Razmerje med videoigrama in resnimi igrama [7] | 9 |
| Shema 2: Sproščanje hormonov v procesu učenja [13], [14] | 13 |
| Shema 3: Povezanost pojmov, ki združujejo izobraževanje z zabavo [16]..... | 14 |
| Shema 4: Povezava med izobraževanjem, računalništvom in videoigrama [17], [18] | 15 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Preglednica 1: Razlike med šolskim in spontanim učenjem [15]..... | 12 |
| Preglednica 2: Primerna hrana za ohranjanje zdravja zob | 30 |
| Preglednica 3: Neprimerna hrana za zobe | 32 |
| Preglednica 4: Videz in učinek pozitivnih in negativnih objektov..... | 69 |
| Preglednica 5: Stavbe in njihova funkcija v Zobnem mestu | 71 |

1 UVOD

Učenje se največkrat povezuje z resnim pristopom, suhoparnim ponavljanjem najrazličnejših podatkov, ki v nas vzbujajo prisilo in odpor. Dejstvo je, da se že od nekdaj, predvsem v otroštvu, učimo tudi s pomočjo igre. Začnemo npr. s prijemanjem, z metanjem in zlaganjem najrazličnejših predmetov, kar razvija naš pincetni prijem in fino motoriko. Zgodnje učenje, povezano z igranjem, zajema tudi pesmice, povezovanje besed in predmetov, učenje črk s sličicami in glasovi, s čimer se razvija naš spomin. Za spremembo našega negativnega pogleda na proces učenja in povečanje želje otrok po učenju se je razvila težnja po spremembi pristopa, ki temelji na podajanju učne snovi z igro. Igra oziroma način igranja pa se je v času precej spreminjal, velik vpliv nanj ima sploh pospešen razvoj računalništva in tehnologije. V času, v katerem živimo, si življenja brez naprav, kot so pametni telefon, računalnik ali tablica, preprosto več ne znamo predstavljati. Vse te naprave se poleg povsem praktičnih namenov uporabljajo tudi oziroma vse pogosteje za kratkočasenje, velik delež katerega predstavlja igranje videoiger. Zanje velja splošno prepričanje, da so zgolj zapravljanje časa in da slabo vplivajo na ljudi, sploh pri otrocih vodijo do neprimernih psiholoških in tudi socioloških vzorcev, kot so spopadanje z zasvojenostjo, asocialnim in agresivnim vedenjem. Zavedati pa se je treba, da se imajo zaradi svoje popularnosti med uporabniki možnost dvigniti nad nivo kratkočasnega in zabave, tj. na nivo motiviranja in poučevanja uporabnikov. Oba vidika, tako težnja po spremembi pristopa do učenja kot težnja po spremembi pristopa do iger, sta vplivala na razvoj t. i. resnih iger, iger, ki motivirajo in poučujejo na način, ki poskuša zmanjšati občutek suhoparnosti in odpora do učenja. Pomemben del znotraj resnih iger zasedajo igre za zdravje (ang. games for health), katerih cilj je z ozaveščanjem uporabnika in spreminjanjem njegovega vedenja vplivati na njegovo zdravje – preprečiti, določiti ali zdraviti bolezni.

1.1 Namen in cilj magistrskega dela

Namen magistrskega dela je izdelati igro za zdravje, ki se nanaša na problematiko zobne higijene pri otrocih¹. Ti pogosto trpijo zaradi zobnega kariesa in zobne erozije. Oboje je posledica nepravilne prehrane ter nepravilnega in/ali nerednega umivanja zob, ki izhaja iz pomanjkanja znanja in motivacije – umivanje zob se dojema kot nadležno in nepotrebno opravilo, ki se ga velikokrat ne opravlja zaradi rezultata – čistih zob, ampak zato, da se zadosti pričakovanjem staršev.

Cilj magistrskega dela je razvoj igre, ki bi s prikazom nekaterih negativnih posledic zanemarjanja ustne higijene in primernih higienskih pripomočkov otroke poučila ter motivirala k učinkovitemu ščetkanju zob in vzdrževanju ustne higijene. Igra temelji na značilnostih iger tipa obramba stolpov (ang. tower defense), v ospredju je preprost taktičen stil igranja. V igri se kot igralni liki pojavljajo bakterije, produkti za ustno higieno in različna hrana (z značilnim pozitivnim ali negativnim vplivom na zobe). Predpostavlja se, da lahko takšen pristop najlažje predstavi pomembnost uporabe različnih higienskih produktov, prav tako pa tudi vpliv različne hrane na hitrost množenja škodljivih bakterij v ustih.

1.2 Uporabljene metode

V magistrskem delu predstavljamo razvoj igre od njene idejne zasnove, ki je odziv na resnično potrebo (poučevanje in motivacija k redni ustni higieni), do produkta, tj. igre za zdravje *ZoboBran*. Delo smo začeli z zbiranjem literature o težavah, ki se pojavljajo v zobozdravstvu, ter o resnih igrah in igrah za zdravje, ki so novodobni tehnološki odziv na te težave. Oboje smo nato natančno proučili in izsledke, ki so nam pomagali pri okvirnem načrtu za zasnovo igre, opisali. Igro smo izdelali s pomočjo programa Unity, ki omogoča hitro in učinkovito razvijanje 2D- in 3D-iger in uporabo najrazličnejših prosto dostopnih ali plačljivih 3D-modelov, slik, orodij itd., ter programskega jezika C#, saj je dokumentacija obeh lahko dostopna, odprava morebitnih napak ali težav pa je zaradi

¹ Magistrsko delo je nastalo v okviru projekta *EkoSmart*.

razširjenosti obeh med ljudmi hitrejša in bolj ali manj zagotovljena. Uporabili smo tudi Gimp, kakovosten pogosto posodabljač urejevalnik rastrske grafike, ki omogoča učinkovito in zanesljivo izdelavo elementov za igro. V pričujočem besedilu je poleg teoretičnih izhodišč za naše delo predstavljen tudi postopek izdelave produkta skupaj s končnimi rezultati. Naše delo je z metodo sinteze sklenjeno v sklepu.

1.3 Opis vsebine po poglavjih

V začetku magistrskega dela je predstavljenih nekaj teoretičnih izhodišč, iz katerih smo izhajali v našem nadaljnjem delu. Poglavlje 2 *Resne igre* posega na področje resnih iger, katerih namen ni izključno kratkočasenje. Najprej so podane informacije o začetku uporabe termina, predstavljene so splošne značilnosti, navedeni so primeri iger, omenjeno pa je tudi, na katera strokovna področja lahko segajo. Znotraj tega poglavja so izpostavljene resne igre v zdravstvu (2.1 *Igre za zdravje*), kot zdravstvena panoga pa je natančneje opisano zobozdravstvo. Odločili smo se, da namenu naše igre za zdravje najbolj ustreza tip igre obramba stolpov, zato v poglavju 3 *Obramba stolpov* na kratko predstavimo značilnosti tega tipa in jih podkrepimo z opisom izbranih iger. V poglavju 4 *Unity* je predstavljen igralni pogon Unity skupaj z nekaj igrami, ki so bile v tem igralnem pogonu izdelane. Naše praktično delo je predstavljeno v poglavju 5 *ZoboBran*, ki je hkrati tudi poimenovanje za naš končni produkt – (resno) igro za zdravje s področja zobozdravstva, ki je namenjena promociji zdravja. Poglavlje je členjeno na podpoglavja, ki ustrezajo korakom razvoja aplikacij, in sicer na 5.1 *Prepoznavno potrebe*, 5.2 *Ideja*, 5.3 *Načrtovanje*, 5.4 *Oblikovanje*, 5.5 *Implementacija* in 5.6 *Testiranje*. Vse svoje ugotovitve sklenemo v 6 *Sklepu*, ki hkrati podaja tudi možna izhodišča za nadaljnje delo.

2 RESNE IGRE

Kako se lahko preizkusimo v vlogah nam občudovanih in nedostopnih ljudi, če nimamo možnosti raziskovanja v domišljijem svetu? Skozi igro, ki je že od nekdanj del človeškega življenja.

Igra je lahko marsikaj. Zelo ohlapno bi jo lahko opredelili kot specifičen pogled na nekaj, karkoli [1]. V *Slovarju slovenskega knjižnega jezika* [2] je opredeljena kot navadno skupinska otroška ali odrasla dejavnost za razvedrilo oziroma zabavo sploh, navadno skupinska športna dejavnost, organizirana po določenih pravilih, literarna dela v obliki dialogov in njihova uprizoritev ali tudi nehoteni gibi, mimika, ki izraža določeno čustveno stanje oziroma razpoloženje. Najbližje pa nam je naslednja definicija [1]: »Igra je dejavnost med dvema ali več neodvisnimi sprejemniki odločitev, ki želijo v omejenih okoliščinah doseči svoje cilje.«

Težko bi govorili o začetkih igre, jasno pa je, da so posledica človeške vztrajne želje po vedno novih, morebiti tudi nedosegljivih izkušnjah. Človek se z igro sreča že v ranem otroštvu, ko mu igro predstavlja dotikanje, metanje, zlaganje objektov oziroma kasneje posnemanje dejavnosti s temi objekti na poenostavljen način, ki ga lahko najlažje tudi razume. Kasneje igra iz posnemanja dejavnosti preide v posnemanje vedenj, kar imenujemo igra vlog (npr. igranje hiše, ravbarji in žandarji itd.). Te vloge so ponovno posnemanje v svoji poenostavljeni obliki, razumni otrokovemu razvijajočemu umu. Takšne igre so ponavljajoče in netekmovalne, temeljijo na eksistencialnem vprašanju kdo sem in ne kdo bo zmagal. Otroci se sčasoma namreč zavejo, da na svetu niso sami in da je za svoj obstoj treba sklepati odločitve, zato preproste igre vlog nasledijo z njihovo razširjeno različico, ki vsebuje pomembno komponento sklepanje odločitev. Takšna igra igralcu ob vsaki potezi omogoča svobodno sprejemanje odločitev, ki so odziv na

nasprotnikove odločitve. Igra postane dinamična, nestalna, negotova in napeta; ta dinamičnost, ko začnejo interakcije med nasprotnima igralcema vplivati na potek igre, pa je značilnost prave igre [1]. Igra torej igra pomembno vlogo v človekovem razvoju, bodisi je namenjena za kratkočasenje in zabavo bodisi za učenje in pridobivanje pomembnih izkušenj za življenje.

Razvoj računalništva in tehnologije je poleg povsem strokovne in praktične uporabe odprl tudi nove možnosti za kratkočasenje, s tem pa tudi nove načine igranja. Nastale so digitalne, videoigre, ki so bile dobro sprejete pri ljudeh vseh starosti. Značilnosti iger lahko predstavimo v šestih kategorijah [3]:

- **Domišljija:** Igra predstavlja dejavnost, ki je ločena od resničnega sveta. Dogaja se v namišljenem svetu, dogajanje znotraj tega sveta nima vpliva na resnični svet, hkrati pa nič iz resničnega sveta ni relevantno za igro. Domišljija igralcu dovoljuje, da se znajde v položaju, ki ni del znane izkušnje in je izoliran od resničnih posledic. Igralec v igri prevzema različne vloge in se mora poistovetiti z namišljeno osebo ali vlogo. Če je ta vloga preblizu resničnemu življenju, dejavnost preneha biti igra.
- **Pravila/cilji:** Igra se, kljub temu da je postavljena v domišljijiski svet, dogaja v dogovorjenem času in prostoru v okviru vnaprej določenih pravil. Pravila so tista, ki opisujejo strukturo cilja v igri. Dobro razčlenjena struktura cilja pa vodi k okrepljeni motivaciji in boljši igralski izkušnji. Kljub temu da igra mora imeti jasna pravila in cilj, pa mora prilagodljiva in dopuščati širok nabor različnih potez, ki vodijo do cilja. Znotraj igre govorimo o teh vrstah pravil, in sicer o sistemskih pravilih, ki določajo delovanje sveta v igri, o postopkovnih pravilih, ki določajo poteze, ki se lahko v igri izvedejo, in uvoženih pravilih, ki jih igralci »uvozijo« iz resničnega življenja (splošna razgledanost, vedenjski vzorci).
- **Čutni dražljaj:** Igre omogočajo začasno sprejetje druge vrste resničnosti. Domišljijiski svet moti stabilnost normalnih dražljajev in zaznav, igralec zazna dražljaje, ki jih v

resničnem svetu še ni izkusil. Gre za vertigo, vrsto evforije, ko zvočni učinki, dinamična grafika in drugi dražljaji omamijo človeške čute.

- **Izziv:** Igralci so motivirani, če je raven izziva ustrezna. Dejavnost ne sme biti ne prelahka in ne pretežka. Težavnost iger mora postopoma naraščati. Cilj mora biti jasno nakazan, informacije morajo biti v določeni meri dvoumne, da je verjetnost doseči cilj nejasna.
- **Skrivnostnost:** V igri je potrebna, da v igralcu vzbudi radovednost, ga motivira, da razišče njemu neznan. Skrivnostnost se odraža kot nejasne oziroma nedokončane informacije, nezdržljivost med idejami, nezmožnost napovedati prihodnost oziroma predvidevati.
- **Nadzor:** Igralcu je omogočeno izbrati lastno strategijo igranja, določiti smer dejavnosti in sprejemati odločitve, ki vplivajo na potek igre.

Za igranje igre pa je v prvi vrsti potrebna motivacija – želja sodelovati v dejavnosti. Visoko motivirani bodo bolj verjetno sodelovali, vložili trud in več časa v neko dejavnost. V igri se izvajajo krožni motivacijski procesi, gre za sklenjen krog odvisnih dogodkov, presoja–vedenje–povratna informacija: pridobiti zeleno vedenje od igralca, ki mora doživeti zelene čustvene ali spoznavne dražljaje, ki so posledica ustrezne interakcije z igro in povratnih informacij igre. V začetku igranja igralec igri postavi subjektivno vrednost, presoja, ali je igra vredna igranja. Pri tem je pomembno, da je zanimiva (vzbuja radovednost), da je zabavna, da pritegne in se lahko vanjo poglobiš (da je odziv na igralčevo potezo takojšen, da so v igri podane kakovostne in bogate informacije za spodbujanje dražljajev, da je igralec primerno odmaknjen od fizičnega sveta in da igra vsebuje dovolj realističnih elementov, s katerimi se lahko poistoveti) in da dviguje samozavest (igre s postopnim naraščanjem težavnosti igralca vodijo do cilja in nenazadnje uspeha, kar mu daje občutek obvladovanja in nadzora nad igro). Začetna presoja igre določi igralčevo nadaljnje vedenje, oziroma vpliva na igralčevo motivacijo,

da se v igro poglobi ali ne. Težnjo po nenehni vpletenosti v igro oziroma ponovnem igranju imenujemo vztrajna ponovna poglobljenost (ang. persistent reengagement), predstavlja pa takšno vedenje igralca, kot so si ga proizvajalci iger zamislili in je temeljna značilnost videoiger. Igralčevo presojo in vedenje uravnavajo povratne informacije. Če se igra igralcu zdi preenostavna, bo izgubil motivacijo za igranje. Igra zato sporoča, da za doseg cilja stopnja igranja ni dovolj visoka. Če je cilj jasno zasnovan, dosegljiv, ga imajo igralci željo doseči in so prepričani v uspeh, zato na tovrstno povratno informacijo igre odgovorijo z motivacijo, vložijo več truda v igranje in pozornost osredotočijo na cilj [3].

Glede na način stika z igro, odzivnost virtualnega okolja in zapletenost igralnega sistema lahko videoigre razvrstimo v več žanrov [4], [5]:

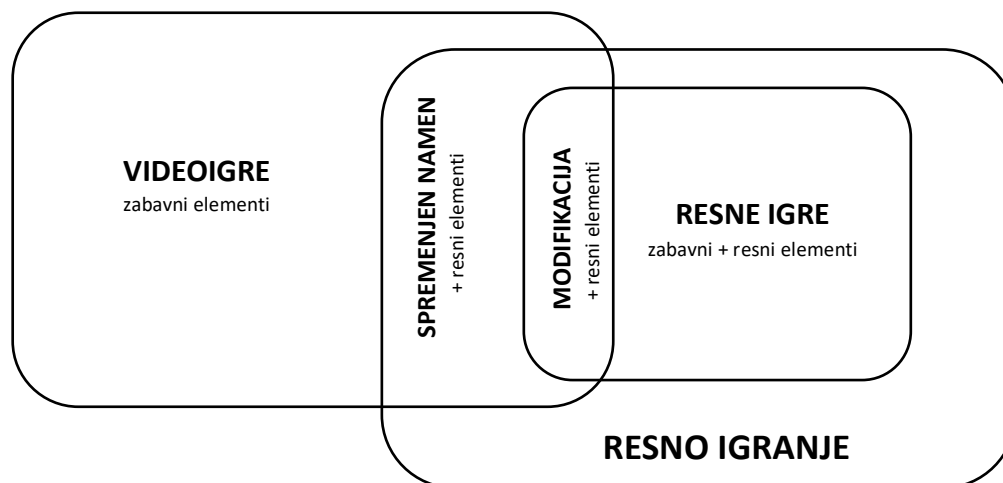
- športne igre: so igre, ki simulirajo različne športe z vsemi njihovimi pravili in se torej nahajajo na meji med simulacijo in igro;
- akcijske igre: od igralca zahtevajo visoke motorične spretnosti in hitro odzivnost na nenehno spreminjajočo se situacijo;
- strateške igre: od igralca, ki ima pregled nad celotnim virtualnim svetom v igri (pozicija boga), zahtevajo tehten premislek in natančno načrtovanje vsake poteze, ki vodi do zmage, sem sodi tudi igra obramba stolpov (poglavje);
- pustolovske igre: so motorično manj zahtevne, tvorijo jih različne uganke, ki jih igralec rešuje s pomočjo interakcije z ljudmi ali okoljem – delujejo na principu notranje motivacije, navadno tudi ne vsebujejo akcijskih elementov;
- igre vlog: igralec se znajde v velikem virtualnem svetu, ki ima svoje značilnosti in pravila, ki jih mora upoštevati, da lahko igra igro, od njega se zahteva poistovetenje z likom in prevzem njegove vloge v tem svetu, opraviti mora različne naloge, ki ga vodijo do zastavljenega cilja;
- simulacije: njihov namen je posnemati resnični svet, ki omogoča prosto manipulacijo različnih objektov, zelo primerne so za vadbo, testiranje določenih manevrov, akcij, dejanj, tudi za opazovanje, analizo in predvidevanje;

- reševanje ugank: od igralca zahtevajo reševanje grafično predstavljenih problemov, ki se nahajajo v okviru osnovne zgodbe brez odločilnega pomena za igranje.

Vse več »odraslih« ljudi na videoigre gleda s predsodki, saj so mnjenja, da sploh pri otrocih povzročajo različne psihične in sociološke težave, ki puščajo posledice tudi v odraslosti. Da bi se otresle teh predsodkov, se jih poskuša vse pogosteje uporabljati še za kaj drugega kot zgolj za kratkočasenje.

Igre, ki imajo preišljen in jasen izobraževalni namen in primarno niso namenjene zabavi, vendar so lahko kljub temu zabavne, imenujemo resne igre. To je prva definicija pojma resne igre, ki jo je leta 1970 v delu z naslovom *Resne igre* (ang. serious games) postavil Clark C. Abt, inženir, pedagog in socialni znanstvenik [1]. Sam meni, da so igre učinkovite izobraževalne naprave za učence vseh starosti in v različnih situacijah, saj so visoko motivirajoče, ponujajo pa široko, bogato okolje za raziskovanje oziroma reševanje resnih intelektualnih ali socialnih problemov brez kakršnega koli tveganja v resničnem svetu. V tem delu predstavi simulacije in igre za izboljšanje učenja tako v učilnici kot izven nje, pri čemer so kot primeri uporabljene tako digitalne – računalniške igre, kot igre »pisalo in papir« (ang. pen-and-paper games), industrija videoiger v tem času še ni bila tako razvita [1]. Pojem resne igre se kasneje opredeljuje na podlagi dela iz leta 2002 *Serious Games: Improving Public Policy through Game Based Learning and Simulations* avtorjev Sawyerja in Rejeskega 2002, v katerem pa termin resne igre ni omenjen niti enkrat. Delo samo spodbuja k uporabi tehnologije in znanja iz zabavne industrije videoiger za izboljšanje simulacij na osnovi iger, ki se uporabljajo v javnih organizacijah. Izidu tega dela je sledila ustanovitev Iniciative za resne igre znotraj Mednarodnega znanstvenega centra Woodrow Wilson v ZDA, ki predstavlja začetek sodobne industrije resnih iger. Sawyer je podal tudi svojo izpopolnjeno definicijo resnih iger, ki jih omejuje samo na digitalne igre: resna igra je kakršnakoli uporaba digitalne igre ali produkta industrije videoiger, katerega poglobitni namen ni zabava. Ustanovitev Iniciative za resne igre in Sawyerjeva definicija termina pa sta utemeljili pot sodobni industriji resnih iger [6].

Igre se torej med seboj razlikujejo po deležu in razmerju »zabavnih« in »resnih« elementov, ki jih vsebujejo. Tiste, katerih prvotni namen je zabava, vsebujejo zgolj »zabavne« elemente. Resne igre združujejo »zabavne« in »resne« elemente, npr. izobraževanje, usposabljanje, treniranje, preverjanje, informiranje, oglaševanje itd., pri čemer je večji poudarek na slednjih. Obstajajo tudi igre, pri katerih je mogoče »zabavne« elemente dopolniti z »resnimi« (obstoječi igri damo drugačen pomen, spremenimo perspektivo), kar se doseže s pomočjo dodatnih zunanjih razlag, takšne igre so podporni mehanizem teoretičnemu učenju. Tukaj omenimo še igre, ki omogočajo, da uporabniki sami dodajajo vsebine in obstoječi igri spremenijo namen. Rekli bi lahko, da je na takšen način mogoče vsako igro spremeniti v resno igro, kar pa vsekakor ni namen. Zaradi tega se je uvedel pojem resno igranje (ang. serious gaming) [7], ki združuje prvotno resne igre (resne igre, ki imajo »resne« elemente vstavljene v programsko opremo) in igre, katerih namen je bil spremenjen s pomočjo različnih modifikacij, izmed katerih je tudi nekaj takih, ki prav tako spadajo med resne igre (shema 1).



Shema 1: Razmerje med videoigrami in resnimi igrami [7]

Izdelava resne igre je kar zapleten proces, ki zahteva interdisciplinarno povezovanje strokovnjakov različnih področij (npr. poleg računalništva še vsaj strokovnjake tistega področja, za katerega bo igra namenjena). Sestoji pa iz treh večjih delov [7]:

- okvir: nanaša se na dejansko uporabo igre, ki zajema pregled uporabnikov, trga, financ itd.;
- namen: gre za osnovni, prevladujoči namen igre poleg zabavnega namena, h kakšnemu cilju teži igranje, kaj bo igra doprinesla uporabniku, pri tem pa je treba upoštevati psihološke in sociološke vzorce ciljnih uporabnikov, posebna pozornost mora biti namenjena vedenjskim, čustvenim in motivacijskim vzorcem;
- način prikazovanja igranja (ang. *gameplay*): nanaša se na strukturo igre in njen prikaz uporabniku, ki izhaja tako iz okvira kot namena.

Za predhodnice in nakazovalke resnih iger se lahko označijo različne simulacije v virtualnem okolju in videoigre. Omenimo samo učenje pilotov za letenje letala ali pripravo vojakov na vojno, kar se velikokrat izvaja s pomočjo simulacij, saj omogočajo sprejemanje odločitev brez posledic v resničnem življenju: napake so dovoljene, saj ne povzročajo ne fizične in ne materialne škode ter nimajo vpliva na okolico. Prva svetovno priznana resna igra je vojaška prvoosebna strelska igra *America's ArmyTM*² iz leta 2002 (slika 1), katere namen je bil oglaševati ameriško vojsko in novačiti – iskati nove člane [8].³ »Resni« elementi so se v igrah pojavljali že veliko pred to igro oziroma so bili prisotni že v začetkih industrije videoiger⁴, npr. igre *The Oregon Trail* [121] (izobražuje o ameriških kolonistih, slika 1) in *Lemonade Stand* [122] (osredotoča se na poslovanje) iz leta 1973, *Bradley Trainer* (1981) [123] je simulacija za upravljanje tanka Bradley, *Pole Position* (1982) [124] in *Pepsi Invaders* (1983, slika 1) [125], ki vsebujeta elemente oglaševanja, in vojaška igra *Marine Doom* (1996) [126]. Zaradi velikega števila vojaških iger ljudje resne igre razumejo predvsem kot vojaške igre [8]. Se pa uporabljajo tudi na mnogih drugih področjih, kot so izobraževanje, usposabljanje, zdravstvo, komuniciranje, civilna zaščita, marketing, politika, umetnost, finance, prodaja, varnost pri delu,

² Razvila in izdala jo je Kopenska vojska Združenih držav Amerike [120].

³ Od drugih vojaških iger se je razlikovala tudi po tem, da so najboljši igralci te igre prejeli vabilo k prijavi v ameriško vojsko [8].

⁴ Tukaj velja omeniti, da je bilo v oglasih za prvo igralno konzolo, imenovano Odyssey, ki jo je leta 1972 v Združenih državah Amerike izdalo podjetje Magnavox, kot možnost uporabe konzole izpostavljeno tudi izobraževanje [8].

upravljanje, načrtovanje kariere, načrtovanje mest, raziskovalno in laboratorijsko delo itd. Čeprav je namen naše magistrske naloge izdelava igre za zdravje, teoretične vidike katere predstavljamo v poglavju 2.1 *Igre za zdravje*, bomo v nadaljevanju izpostavili pojav resnih igre v izobraževanju, saj so izobraževalni elementi vsestranski in vseprisotni in so pomemben del drugih področij.



Slika 1: Igre *The Oregon Trail*, *Pepsi Invaders* in *America's Army* [84], [85], [86]

Tudi videoigre tako kot pred tem film, avdio- ali video posnetki in celo knjige postajajo del izobraževalnega procesa, ne kot zamenjava za učitelja, ampak kot učinkovito izobraževalno orodje [9]. Igranje je prvotni mehanizem učenja in socializacije v vseh človeških kulturah in tudi pri velikem številu živali (npr. lev se nauči loviti s pomočjo posnemanja svoje mame levinje in igre z drugimi mladiči) [10]. Kljub temu veliko skeptikov dvomi v uporabnost iger za izobraževalne namene in njihovo učinkovitost v primerjavi s tradicionalnim, direktnim učenjem, tj. z branjem, opazovanjem ali s praktičnimi vajami, ki je za določene učne vsebine še zmeraj najbolj primerno [9], [1]. Težko je razumeti nekaj brez neposredne izkušnje in tudi k vpeljevanju iger v izobraževanje marsikdo pristopa na tak način, sploh tisti, ki niso iger nikoli izdelovali ali jih igrali. Bi torej nanje gledali drugače, če bi imeli enake izkušnje z njimi kot 15-letni navdušenec nad videoigami? Bi bilo razmišljanje drugačno, če bi namesto igrarh govorili o virtualnih in sintetičnih svetovih ali o večuporabniških okoljih [11]? Dejstvo je, da večina ljudi potrebuje interaktivno izkušnjo, ki jih motivira, da lahko aktivno sodelujejo v učnem procesu [10]. Aktivno učenje je tisto učenje, ki učenca celostno, miselno in

čustveno aktivira, je zanj osebno pomembno in vpeto v resnične življenjske okoliščine. Je transmisija, ki se nanaša na prenos gotovega znanja, transakcija, torej množstvo smiselnih interakcij med učiteljem in učenci ter med učenci samimi, in transformacija, kar pomeni spreminjanje pojmovanj o svetu in spreminjanje osebnosti [12]. Znanje se poleg učnih ustanov pridobiva tudi iz vsakdanjega življenja v naravnih okoliščinah, kar ni načrtno vodeno, tako kot učenje v šolskih ustanovah, temveč je bolj ali manj spontano. Strokovnjaki ugotavljajo, da je takšno učenje zelo učinkovito, saj učečega v razmeroma kratkem času opremi z obsežnim znanjem in spretnostjo (preglednica 1), dojema pa se kot nekaj pozitivnega. Telo pri takšnem načinu učenja pod določenimi pogoji, kot je razvidno s sheme 2, sprošča hormona adrenalin in kortizol ter tako imenovane hormone sreče: dopamin, serotonin, oksitocin [13], [14].

Preglednica 1: Razlike med šolskim in spontanim učenjem [15]

| ŠOLSKO UČENJE | SPONTANO UČENJE |
|--|--|
| Učencu se vsebine, ki so jih drugi imeli za življenjsko pomembne, le posredujejo kot sprejete resnice v simbolični obliki. | Vsebina je učencu osebno pomembna in vgrajena v življenjske okoliščine. |
| Problem motivacije, saj učenec ne čuti neposredne potrebe po učenju predloženih abstraktnih vsebin. | Motivacija izhaja iz želje in potreba po znanju, velikokrat gre za spretnosti, pomembne za preživetje. |
| Mentorstvo je redko, preveč učencev na enega učitelja, menjavanje predmetov. | Drugi ljudje, lahko učencu pomagajo in ga podpirajo, so mu mentorji. |
| Uspešnost dokazujemo v umetnih situacijah, pred drugimi, ki sprašujejo in ocenjujejo. | Uspeh se ugotavlja po kakovosti naučene spretnosti. |



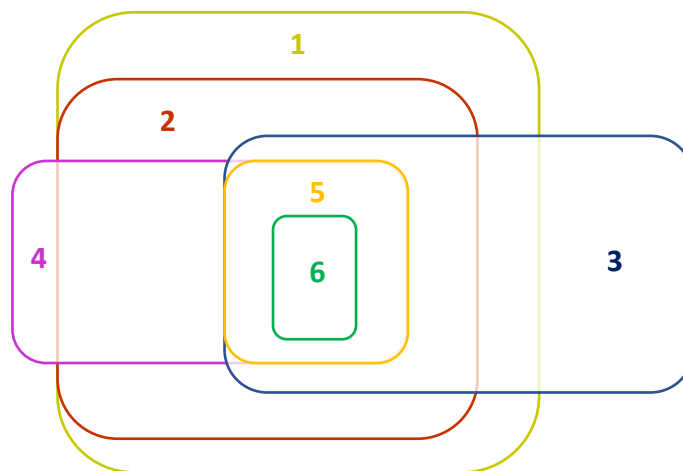
Shema 2: Sproščanje hormonov v procesu učenja [13], [14]

Takšno interaktivno izkušnjo pa lahko posamezniku omogoči prav igra. Omogoča namreč predstavitev zapletenih sistemov, večjo poglobljenost v snov, interaktivno učenje, s stroškovnega vidika pa tudi znižane stroške zaradi krajšega trajanja usposabljanja za kakšno dejavnost in zaradi izvajanja usposabljanja v virtualnem svetu brez stroškovnih posledic resničnem svetu [9]. Igranje iger ima veliko skupnih točk z različnimi načini učenja, in sicer so igre socialne in eksperimentalne, igralci morajo vanje vključiti svoje predznanje in s tem povezati razumevanje novih informacij, uspešnost pa je odvisno od učinkovitosti reševanja problemov [11]. Elementi resnih iger, ki govorijo v prid ideji o vključitvi videoiger med izobraževalne pripomočke, so naslednji [10]:

- tekmovalnost: v tradicionalnih izobraževalnih metodah, kot so predavanje in diskusija, ni tekmovalnih elementov, dejstvo pa je, da tekmovalnost vpliva na motivacijo za sodelovanje v aktivnosti do njenega zaključka; pri tem ne gre nujno za tekmovalnost med dvema posameznikoma, dovolj je težnja po najvišjem rezultatu oziroma mestu ali po zmagi nad samim seboj;
- poglobljenost: igre, ki so zabavne, izboljšujejo rezultat izobraževanja – ko se posameznik med učenjem zabava, se izobraževalni pritisk zmanjša, s tem pa lahko svobodno določi in oblikuje svoje strategije, da bo dosegel želen cilj;

- neposredna nagrada: nagrada je del doseženega učnega cilja, ki v izobraževalnem procesu motivira sodelujočega, da se vrne k igranju oziroma nadaljuje z učenjem, sam cilj pa je razdeljen na različne težavnosti;
- neposredna povratna informacija: v igrah sodelujoči ves čas, torej med samim učnim procesom, prejema povratno informacijo o storjenih napakah, ki omogoča hiter odziv sodelujočega, motivira ga k ponovnemu poskusu premagati oviro, daje mu zagon, da preseže samega sebe, hkrati pa je zanj manj stresna kot končno obvestilo o neopravljenem preverjanju znanja.

Resne igre v izobraževanju je treba smiselno uvrstiti med podobne izobraževalne pojme, kakor kaže shema 3 (zaporedna številka izobraževalnega pojma ustreza številki na shemi).



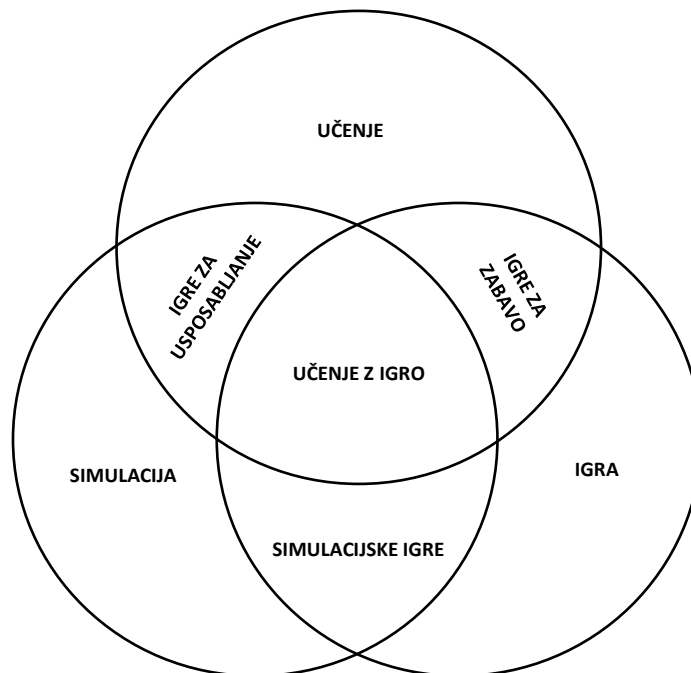
Shema 3: Povezanost pojmov, ki združujejo izobraževanje z zabavo [16]

Vsakega izmed teh pojmov predstavljamo v spodnjem seznamu [16]:

1. zabavno izobraževanje (ang. entertainment education): cilj je prikazati učenje kot zabavno in prijetno izkušnjo, pa naj bo tisto, ki poteka preko različnih medijev ali z uporabo različnih izobraževalnih metod in pripomočkov ali tradicionalno znotraj učilnice;
2. učenje z igro (ang. game-based learning): je del zabavnega izobraževanja in se nanaša na kakršnokoli igro, ki ima izobraževalni namen, od namiznih iger do

športnih iger in videoiger; pri teh gre za korelacijo med tremi področji, pedagogiko, računalništvom in igrami (shema 4) [17], [18];

3. e-učenje (ang. e-learning): se ne nanaša samo na povezavo med učenjem in igro, temveč med učenjem in (digitalnim) medijem, pri čemer niso vse metode e-učenja tudi zabavne (npr. računalniška preverjanja znanja, posneta predavanja itd.);
4. resne igre: del jih spada med e-učenje, poleg izobraževanja in učenja pa se pojavljajo tudi na drugih področjih;
5. učenje z digitalnimi igrami (ang. digital game-based learning): spada med resne igre, katerih glavni namen je izobraževanje;
6. klasične zabavno-izobraževalne igre (ang. classical edutainment games): so del učenja z digitalnimi igrami, namenjene pa so za motivacijski pripomoček otrokom nižjih razredov, da bi lažje usvojili učno snov.



Shema 4: Povezava med izobraževanjem, računalništvom in videoigami [17], [18]

Izdelava resne igre za izobraževanje od razvijalca zahteva, da se poglobi tudi v teorijo motivacije. V povezavi z motivacijo lahko določimo tri vrste učečih se ljudi: nemotivirane, notranje motivirane in zunanje motivirane. Nemotivirani so tisti, ne cenijo dejavnosti učenja in ne verjamejo, da bo podala želen rezultat. Ob igranju resne igre uživajo samo

v čutnih dražljajih, ki jih prinašata grafično okolje in zvok v igri, ko začetno ugodje popusti, igralec zapusti resno igro. Zunanje motivirani ne cenijo dejavnosti učenja, zato težko najdejo energijo za učenje, verjamejo pa, da lahko poda zelen rezultat (želeno oceno na koncu preverjanja). Notranje motivirani uživajo v dejavnosti učenja, tudi snov jih zanima, resne igre pa jim predstavljajo dodatno priložnost za učenje. Izziv vsakega razvijalca resne igre za izobraževanje je torej poiskati in združiti skupne točke nemotiviranih, zunanje in notranje motiviranih, da bi zadostila željam in potrebam čim širšemu krogu uporabnikov in izpolnila svoj namen izobraževati.

2.1 Igre za zdravje

V zadnjem času so svojo prepoznavnost in vrednost prejele tudi digitalne resne igre, ki se uporabljajo v zdravstvu in medicini, imenovane igre za zdravje (ang. games for health). Njihov cilj je z ozaveščanjem uporabnika in spreminjanjem njegovega obnašanja vplivati na njegovo zdravje – preprečiti, določiti ali zdraviti bolezni, prav tako pa tudi usposabljanje zdravstveno osebje. Izdelavi iger za zdravje so se posvetili predvsem na Japonskem, na to področje so namreč posegla velika podjetja, kot so *Namco*, *Konami* in celo *Nintendo*. Drugod po svetu je razvoj tovrstnih iger prepuščen neodvisnim ali neprofitnim razvijalcem [9].

Igre za zdravje bi v grobem lahko razdelili v tri skupine: igre za zdravstveno osebje, namenjene njihovem usposabljanju; igre za paciente, namenjene določitvi bolezni, zdravljenju ali lajšanju simptomov; igre za promocijo zdravja, namenjene obveščanju o zdravju in spodbujanju k zdravemu življenjskemu slogu.

2.1.1 Igre za zdravstveno osebje

Igre za zdravstveno osebje so videoigre ali simulacijske videoigre, ki so, kot že omenjeno, namenjene usposabljanju zdravstvenega osebja. Precej odmevne so študije, ki se ukvarjajo z ugotavljanjem pozitivnega vpliva igranja videoiger na sposobnost izvajanja laparoskopskih operacij. Laparoskopska operacija je vrsta minimalno invazivne kirurgije, ki se opravlja skozi majhne kožne reze s pomočjo optičnih instrumentov in od kirurga

zahteva veliko motoričnih spretnosti, natančnosti in izkušenj [19]. Ugotovljeno je bilo [20], [21], [22], da videoigre izboljšujejo vizualno, prostorsko in motorično koordinacijo in so celo bolj učinkovite kot laparoskopski simulatorji. S pomočjo sodelovanja kirurgov v programu *Top Gun*⁵ je bilo ugotovljeno, da kirurgi, ki videoigre igrajo tri do pet ur na teden, naredijo manj napak, prav tako so pri postopku laparoskopije in nenazadnje tudi pri šivanju ran hitrejši in natančnejši. Prav tako je bilo izpostavljeno, da so videoigre učinkovito orodje za ogrevanje pred samo izvedbo operativnega postopka. Proučevan je tudi pomen videoiger in usposabljanja v virtualni resničnosti za ortopedske kirurge [24], [25], pri čemer se prav tako ugotavlja pozitiven vpliv ter izboljšanje tehničnih sposobnosti in motoričnih spretnosti. Ortopedski kirurgi zdravijo mišično-skeletni sistem, posebej nevaren in pogost zaplet pri tem pa je krvavitev, zato so razvijalci razvili interaktivno igro z realističnim virtualnim okoljem, ki uči »ravljanja s pacientovo krvjo« (ang. blood management) med operacijo. Tukaj naj omenimo še »Jamo« (ang. »the Cave«), tih in miren vadbeni prostor v Kliničnem simulacijskem centru. Na vseh štirih stenah prostora so projicirane 3-D slike virtualne resničnosti, ki jih uporabnik opazuje skozi 3-D očala. Na tak način mu je omogočeno, da v virtualni resničnosti vadi operativni postopek vedno znova in znova, dokler ta ne postane rutina [9].

Igre za zdravstveno osebje pa niso omejene samo na različne veje kirurgije. Izdelane so namreč bile tudi simulacije in virtualne resničnosti za usposabljanje zdravstvenega osebja za proučevanje bitja srca, za ravnanje v primeru biološkega terorizma, velikega števila žrtev, kritičnega stanja pacienta itd. [9].

2.1.2 Igre za paciente

Igre za paciente se pogosto nanašajo na uravnavanje bolečine pri pacientih s težkimi boleznimi. Ko se ti pacienti vživijo v igro, manj pozornosti posvečajo temu, kar se dogaja okoli njih, zato so tudi manj dovzetni za bolečinske signale. Igra v tem primeru torej

⁵ *Top Gun* je program za laparoskopske veščine in šivanje, ki ga je izdelal James C. »Butch« Rosser v sodelovanju z *Združenjem laparoskopskih kirurgov in Medicinskim centrom Nicholson* v Floridi [23].

predstavlja motnjo, ki jo sploh pri otrocih uporabljajo na različne načine že vsaj tri desetletja, otroke pa na ta način učijo, da se pri bolečem zdravljenju ne osredotočajo na bolečinske dražljaje. Motnja pa je smiselna tudi pred zdravljenjem ali drugim zdravniškim postopkom, saj se večina pacientov boji ali na vse te procese odziva z občutkom nelagodja. Poleg iger za uravnavanje bolečin so bile izdelane tudi igre za lažje prenašanje terapije z zdravili, kot je npr. kemoterapija. Takšna igra je *The ReMission* [127], razvita za mlade rakave bolnike, ki v igri kontrolirajo počlovečenega nanotobota, katerega naloga je na celični ravni uničiti različne oblike in vrste raka. Igra izobražuje o pomembnosti kemoterapije, sprejetja in vztrajanja pri terapiji [10]. Tukaj so tudi igre za zdravljenje mentalnih bolezni, npr. terapija izpostavljanja za zdravljenje fobij, posttravmatskega sindroma, zmanjševanje stresa, simulacija za zdravljenje anoreksije in drugih motenj hranjenja [9].

Učinkovito zdravljenje kroničnih bolezni, kot sta astma ali diabetes, je povezano s spremembo življenjskega sloga in navad, pri čemer igra ključno vlogo človekov samonadzor. Razvite so bile igre za samonadzor otrok in mladostnikov z astmo (*Watch, Discover, Think, and Act* [128]) in sladkorno boleznijo (*Packie & Marlon* [129], *Glucoboy* [130]), ki so pripomogle k ozaveščanju o sami bolezni in samonadzoru in samozadostnosti, vplivale pa so tudi na zmanjšanje hospitalizacij in lažje spopadanje z boleznijo [9].

Tukaj je treba omeniti še igre z biološko povratno informacijo (ang. biofeedback), pri katerih se uporablja orodje za zaznavanje sprememb v srčnem utripu in prevodnosti kože oziroma v elektrodermalni aktivnosti. Takšne igre so namenjene za učenje boljšega nadzora nad svojim telesnim, duševnim in čustvenim stanjem [9].

V skupino iger za paciente pa prištevamo tudi igre za določanje bolezni, pri tem so v ospredju igre za določanje mentalnih bolezni ali psiholoških in socioloških motenj. Sem sodijo težave s pozornostjo in hiperaktivnostjo, sindrom ADHD in posttravmatski stres,

strokovnjaki s področja mentalnega zdravja pa upajo, da bo v bodoče mogoče določiti in zdraviti bolezni, kot so shizofrenija, Rettov sindrom, učne in jezikovne težave itd. [9].

2.1.3 Igre za promocijo zdravja

Preostanejo še igre, ki zdravim ljudem pomagajo ostati zdravi. Namen teh iger je poučiti uporabnike o zdravem prehranjevanju, telesni aktivnosti, različnih prenosljivih boleznih itd. in jih spodbujati k spremembi vedenja in načina življenja na sploh. V tem okviru je treba omeniti igre za vadbo (ang. exergaming) ali zabavno vadbo (ang. exertainment), ki združujejo vadbena opremo ali aerobiko in videoigre, na tak način pa poskušajo vadbo narediti bolj zanimivo ljudem. Vse te igre spodbujajo srčni utrip, izboljšujejo ravnotežje in koordinacijo človeških udov, krepijo mišice itd. Igra *Yourself!Fitness* [131] podaja vsa potrebna orodja za osebni, interaktivni, ciljno usmerjen program za domači fitnes. Sem sodijo tudi plesne igre (*Dance Dance Revolution* [132]) in druge športne igre, prav tako tudi igre, ki delujejo na zaznavanju gibanja s pomočjo dodatnih perifernih naprav. S pomočjo teh iger imajo igralci možnost, da z vživetjem in motivacijo doseči visok rezultat posredno razgibavajo svoje telo, morebiti tudi izgubijo odvečne kilograme. Igre lahko motivirajo otroke k uživanju več zelenjave in sadja, takšna je igra *Squire's Quest* [133], v srednji vek postavljena igra, ki od otrok zahteva, da sestavijo zdrav jedilnik za kralja in njegovo družino, pri čemer se spopadajo z nasprotniki, ki kradejo zelenjavo [9]. Malenkost drugačna je igra *Dr. Kawashima's Brain Training: How Old Is Your Brain?* [134], ki vrednoti starost uporabnikovih možganov s pomočjo različnih miselnih nalog, vaj in pomaga vzdrževati ali izboljšati njihove miselne sposobnosti [8].

V skupino iger za promocijo zdravja spada tudi igra, ki smo jo naredili za to magistrsko nalogo. Naš namen je namreč narediti igro, ki posega na področje zobozdravstva in spodbuja otroke k umivanju zob.

2.2 Zobozdravstvo

Zobozdravstvo oziroma zobna medicina je ena od panog zdravstva, ki obstaja v takšni ali drugačni obliki že od antičnih časov in se ukvarja s proučevanjem, diagnozo in

zdravljenjem bolezni, motenj, obolenj ustne votline. Zobozdravstvo prav tako zajema zdravljenje in korekcijo deformiranosti čeljusti, nepravilno postavitve zob, anomalij ustne votline ob rojstvu, kot je volčje žrelo (razcep neba ali palatoshiza). Zobozdravstvo je razdeljeno na več specializacij, poleg splošnega zobozdravstva še ortodontika, dentalna ortopedija, pediatrično zobozdravstvo ipd. [26].

V ospredju zobozdravstva oziroma zobne medicine so torej zobje, njihove podporne strukture in mehko tkivo v ustih. Zobje so primarno človeško orodje za predelavo hrane v primernejšo obliko za užitje in nadaljnje prebavljanje. Hrana se s pomočjo zob seka, trga in melje v vse manjše kose, s čimer se spodbudi proizvodnjanje sline, ki vsebuje prebavne encime, zmanjša se stres na požiralnik, želodcu pa pomaga pri prebavi hrane [27]. Pomembnost zob se s tem ne konča. Pomembni so tudi za govor, razvoj (moč) čeljusti in vplivajo na zunanji videz in s tem na posameznikovo samopodobo [28]. Človek ima tako kot večina sesalcev v svojem življenju zgolj dva para zob, mlečne in stalne [29]. Pomembnost zob in njihova omejena količina povzročata velik vložek v razvoj in poučevanje o pravilni negi zob in celotne oralne higiene. Zanemarjanje oralne higiene skupaj z vsebnostjo sladkorja v jedeh in hitrim življenjskim slogom namreč lahko povzročata številne nevšečnosti in bolezni, vse od porumenelih zob in zadaha do izpada zob ali celo oralnega raka [30]. Gnitje zob je po podatkih Ameriške akademije za pediatrično zobozdravstvo najpogostejše kronično otroško obolenje, petkrat bolj pogosto kot astma in štirikrat bolj pogosto kot zgodnja otroška debelost. Zobozdravniki zato priporočajo prvi obisk zobne ambulante že pred prvim letom starosti otroka [31]. Pregled pri zobozdravniku pokaže, kakšno je zdravstveno stanje zob, na kaj je treba biti pazljiv, rešuje tudi morebitne težave, ne more pa preprečiti nastanka zobnih obolenj. Nastanek obolenj lahko prepreči ali upočasni le posameznik sam. Za zdrave zobe je potrebna dobra dieta in redno vzdrževanje oralne higiene. Pri tem ni problem dostopnost do primerne hrane in pripomočkov za oralno higieno, temveč pomankanje znanja in motivacije. Predvsem pri otrocih in najstnikih se opazi tendenca, da zaradi nepoznavanja posledic zanemarjanja oralne higiene radi zanemarijo ustno higieno, saj

jim predstavlja nezanimivo, nepotrebno opravilo. To opravilo jim jemlje dragocen čas, namenjen za bolj zabavne reči, kot so na primer videoigre.

2.2.1 Vpliv slabe ustne higijene na zdravje

Ustna higiena je zelo pomembna za naša usta in zobe, saj so rumeni, boleči, krvaveči ali manjkajoči zobje, zadah in vneta dlesen moteči, neprijetni ali celo boleči, vsekakor pa slaba higiena vpliva na nastanek različnih bolezni zob in ustne votline. Vse to vpliva na vsakodnevno življenje človeka, mu jemlje motivacijo, zmanjšuje koncentracijo, povzroča nelagodje v socialnih interakcijah, negativno pa vpliva na zdravje celotnega telesa [32].

2.2.1.1 Bolezni ustne votline

Slaba nega ustne votline, ki zajema tako nezadostno higieno in neustrezno prehrano, vpliva na njeno zdravje in je pogoj za začetek kariesa, zobne erozije, bolezni obzobnega tkiva in ustne sluznice⁶. Nekaj teh bolezni bo predstavljenih v nadaljevanju:

- **Karies:** Je posledica demineralizacije neorganskega dela zoba, sklenine in zobovine, in raztapljanja organskega dela zoba (slika 2). Povzroča jo kislina, ki se tvori v zobnih oblogah zaradi bakterijske presnove sladkorjev iz hrane in ki poveča topnost kalcijevega hidroksiapatita, ki je sestavni del trdega zobnega tkiva. Karies se zdravi z zobozdravniškim posegom – poškodovan del se s posebnim svedrom zvrta (strokovno narejena kaviteta) in zapolni z zalivko iz sintetičnega materiala [30], [33]. Raziskave [34] kažejo, da je gnitje zob in karies mogoče odpraviti tudi s primerno dieto. Tri kontrolne skupine otrok so imele različne diete, prva skupina je jedla hrano, bogato s fitinsko kislino, druga skupina je imela normalno dieto s dodanim vitaminom D, tretja pa se je prehranjevala s prehrano brez žitaric in je jemala vitamin D. Po končani študiji se je v prvi skupini število zobnih kavitet povečalo, v drugih dveh, predvsem v tretji, pa zmanjšalo. Pri celjenju zob na naraven način brez uporabe fluorida moramo torej upoštevati naslednje faktorje: izogibanje sladkorju, kar pomeni vseh sladkih pijač,

⁶ Tukaj ne bomo omenjali drugih bolezni ustne votline, ki so povezane s slabim življenjskim slogom nasploh ali pa so dedne, saj to za naše magistrsko delo ni pomembno.

sladkarij, peciva, izogibanje jedem, ki vsebujejo fitinsko kislino, uživanje (surovih) mlečnih izdelkov in hrane s večjo hranilno vrednostjo in uporaba mineralizacijske zobne paste [30].



Slika 2: Prikaz zobnega kariesa [30]

- **Pulpitis:** Gre za vnetje zobne pulpe, ki nastane, ko se karies pojavi v bližini zobne pulpe, okužil pa je že zobni živec. Zob je v primeru pulpitisa treba zdraviti: če so bolečine manjše, je dovolj, da se po odstranitvi kariesa kot glavnega povzročitelja vnetja, na zob naredi zalivka, če pa so bolečine večje, je treba odstraniti zobni živec. Bolečina v zobu je pri omenjenem vnetju tako močna, da protibolečinska sredstva ne pomagajo, lajša pa jo pitje hladne vode [35].
- **Granulom:** Posledica pulpitisa je granulom ali kronično periapikalno vnetje. Granulom je prisoten na vrhu korenine zoba, se pa lahko širi na okolno kost. Nastane pa zaradi bakterij, ki se razvijejo na mrtvih ostankih zoba, katerega pulpo je predhodno napadel karies in jo uničil. Pri granulomu mora zobozdravnik odstraniti mrtvo zobno pulpo in druge od kariesa prizadete dele zoba, očistiti, razkužiti in zapolniti mora zobne kanale, manjkajoči del zoba pa dograditi z zalivko ali oskrbeti s prevleko oziroma krono [35].
- **Zobna erozija:** Je nepovratna kemijska odstranitev mineralov iz zobnega tkiva, sklenine ali površine zobne korenine, ki je posledica izpostavljenosti zob kislini

(slika 3). Ta kislina ima lahko zunanji izvor, se pravi, da je v telo vnesena s prehrano, takšne so citronska, fosforna, askorbinska, jabolčna, vinska in ogljikova kislina iz sadja, sadnih sokov, drugih pijač in kisa, ali notranji izvor, kar pa izhaja iz želodčne kisline, ki se zaradi gastroezofagealnih bolezni (refluks) vrača v požiralnik. [30], [36].



Slika 3: Prikaz zobne erozije [30]

- **Gingivitis:** Gre za vnetje obzobnih tkiv oziroma dlesni, ki so zatečene in pordele ter ob ščetkanju hitro zakrvavijo. Vnetje nastane zaradi kopičenja zobnih oblog oziroma plaka na zobe ob dlesni. Če se te obloge učinkovito odstranijo, se lahko vnetje in njegovo širjenje ustavi, drugače pa napreduje v paradontalno bolezen, predstavljeno v nadaljevanju [37], [30].
- **Parodontalna bolezen:** Sprejeman oziroma nezdravljen gingivitis lahko vodi do parodontalne bolezni (slika 4), v globino napredovanega vnetja dlesni, ki mu sledi propad obzobnih tkiv, to je zobnega cementa, zobnice in okolne čeljustne kosti. Pri tem ob dlesni nastanejo žepki, ki povzročijo, da se dlesen prične umikati in navidezno podaljša zob, ki se omaje in nazadnje izpade. Zdravljenje poteka v različnih fazah, odvisno od resnosti bolezni. Najprej se s pomočjo ultrazvočnih, zvočnih instrumentov ali tudi laserja odstranijo zobni kamen s površine zoba nad dlesnijo in iz obzobnih žepkov, zgladijo se površine korenin in se odstranijo vse mehanske ovire, ki omogočajo zadrževanje zobnih oblog. Če po tem vnetje še vztraja, se obzobni žepki

kirurško zmanjšajo ali odstranijo, s tem pa se vzpostavijo pogoji za dosledno izvajanje ustne higijene [30], [37], [38].



Slika 4: Prikaz zob in dlesni, obolelih s parodontalno boleznijo [30]

2.2.1.2 Druge bolezni

Okužba obzobnih tkiv omogoča prepuščanje bakterijskih antigenov v telo, kar zviša vnetne komponente imunskega sistema in lahko sproži vnetja in poslabšanje zdravstvenega stanja tudi na sistemski ravni. V nadaljevanju je naštetih nekaj teh bolezni, povzetih po virih [40], [41].

- **Srčno-žilne bolezni:** Slaba ustna higiena lahko povzroči srčno-žilne težave. V primeru vnetja dlesni, ki so posledica periodontalne bolezni, lahko bakterije pridejo v krvni obtok. V krvnem obtoku se začnejo nabirati obloge v arteriji in jo otrdijo. Oženje arterije zaradi oblog se imenuje ateroskleroza. Lahko povzročijo tudi vaskulitis [39], stanje, v katerem se vnamejo krvne žile (skrči ali celo zapre žilo). Oženje žil pa nato lahko povzroči kap, bolezni periferne arterije, bolezni koronarne arterije, težave z ledvicami, odvisno od tega, katera arterija je prizadeta.
- **Demenca:** V določenih primerih lahko slaba ustna higiena vpliva na možgane. Pri tem napade možganske celice in jih uniči, kar vodi k izgubi spomina. Pojavi se lahko demenca ali v izrednih primerih Alzheimerjeva bolezen, ki izvira iz gingivitisa (vnetja dlesni), ko bakterije iz ust preidejo v živčni sistem ali krvni obtok.

- **Okužbe dihal:** Bakterije okuženih zob in vnetih dlesni lahko vdihnemo ali po krvnem obtoku prispejo do pljuč, kjer lahko povzročijo infekcijo dihal, pljučnico, akutni bronhitis in celo kronično obstruktivno pljučno bolezen [42].
- **Diabetes:** Je bolezen, ki je leta 2016 bila na lestvici top 10 vzrokov smrti na globalni ravni in je bila vzrok za kar 1,6 milijonov smrti [43]. Znanstveniki predvidevajo, da se zna v prihodnosti dvigniti še vsaj za tri mesta [44]. Za naše delo je pomembna predvsem povezava med diabetesom in ustno higieno. Bolniki diabetesa so bolj podvrženi infekcijam, kot so infekcije dlesni. Eden od problemov je odvajanje tekočine pri diabetikih, ki povzroča suha usta (manj sline), povečana vsebnost sladkorja v krvi pa daje idealne pogoje za infekcije. Vse to lahko tudi poveča nevarnost za nastanek periodontoze. Obratno tudi zdravje ustne votline vpliva na diabetes. Periodotoza povzroči, da se v telesu zmanjša sposobnost za uporabo insulina. Tako je za diabetike še toliko bolj pomembna ustna higiena in redni obiski zobozdravnika, saj izboljšanje ustne higiene lahko pomaga nadzorovati diabetes in obratno.
- **Komplikacije pri nosečnosti:** Predčasno rojstvo otroka ali rojstvo otroka s prenizko težo velikokrat vodi do resnejših zdravstvenih težav otroka, kot so na primer težave s pljuči, srcem in motnje učenja. Veliko vzrokov je, zakaj lahko do tega pride, in eden izmed njih je slaba ustna higiena, na to mora biti nosečnica še bolj pozorna, saj je zaradi hormonalnih sprememb v telesu bolj občutljiva za infekcije, te pa vplivajo na razvoj zarodka. Slaba ustna higiena vpliva tudi na plodnost ženske in tako oteži postopek zanositve.
- **Ereksijske težave:** Za kronične parodontalne bolezni je znano, da so povezane z erekcijskimi težavami. Kot že povedano, slaba ustna higiena vpliva na srčno-žilni sistem in tako tudi na žile, ki dovajajo kri do spolnih organov, kar onemogoči erekcijo moškega spolnega uda.

- **Bolezni ledvic:** Infekcije v telesu, ki nastanejo pri parodontalnih boleznih, lahko vodijo k bolezni ledvic. Osebe s boleznimi dlesni imajo šibkejši imunski sistem in so zato bolj dojemljive za infekcije. Veliko ljudi, ki imajo zelo slabo ustno higieno imajo tudi ledvična obolenja.
- **Revmatični artritis:** Ljudje z obolenji dlesni imajo štirikrat večjo verjetnost, da zbolijo za revmatični artritis. Skupno obolenju dlesni in revmatičnemu artritisu so vnetja. Obolenja, kot je gingivitis, lahko povečajo vnetja v celotnem telesu, kar poveča verjetnost, da se v telesu razvije revmatični artritis.
- **Rak:** Proučevana je bila tudi povezava med slabo ustno higieno in rakom. Bolezni zob in dlesni naj bi bile posredno povezane s povečanim tveganjem za razvoj malignih obolenj, sploh parodontalna bolezen, ki spodbuja razvoj kancerogenih celic v ustih.

2.2.2 Vzdrževanje ustne higiene

Glavni namen ustne higiene je vzdrževati ustno votlino čisto, brez bolezni in drugih problemov (npr. zadah) z rednim ščetkanjem in čiščenjem medzobnih prostorov. Prvi pomemben faktor pa je že človeška slina, ki že sama po sebi pomaga pri ohranjanju ustne higiene in zaščiti zob pred kariesom.

Slina je vodena tekočina, ki jo izločajo tri parne žleze slinavke, obušesna, pod spodnjo čeljustnico in pod jezikom, in druge manjše žleze v ustni sluznici. Pomembna je za prebavo hrane, za manjšanje stresa pri užitju hrane, za okušanje, za delovanje glasilk in za ustno higieno: uničuje ustne bakterije, čisti usta, ščiti pred kariesom in zobno erozijo in tvori zaščitni plašč na površini zoba [45], [46]. Slina je zaradi ionov, ki jih vsebuje (magnezij, fosfor, kalcij, natrij, karbonati, fosfati), pomemben dejavnik pri izmenjavi ionov na površini sklenine, v okviru tega govorimo o demineralizaciji, ki pomeni propad mineralov, in remineralizaciji, ki pomeni ponovno izgradnjo mineralov na zobni sklenini. Zobne obloge so polne bakterij, ki zaradi proizvodnje kisline v ustih ustvarjajo kislo okolje. To okolje povzroča propad sklenine oz. njeno demineralizacijo. Ko obloge

mehansko odstranimo (s ščetkanjem), se pH vrednost v ustih spet zviša, zato se lahko prične proces remineralizacije, ko sklenina iz sline prevzema različne ione [47], [48]. Kot omenjeno, slina sama deluje antibakterijsko, kar ji omogočajo beljakovini imunoglobulin A in laktoferin ter encim lizocim. Pomankanje oziroma motena proizvodnja sline je eden izmed povzročiteljev zobnih obolenj, kot so karies, vnetje dlesni ali parodontitis. Lahko bi dejali, da je slina je eden izmed najpomembnejših bioloških faktorjev za zaščito zob pred kariesom in zobno erozijo [45], [46], ni pa povsem zadostno, zato si pri vzdrževanju ustne higiene pomagamo s posebnimi pripomočki (slika 5), ki so predstavljeni v nadaljevanju.



Slika 5: Pripomočki za nego ustne votline⁷

- **Zobna ščetka:** Je osnovno sredstvo za umivanje zob, namenjeno za odstranjevanje oblog s površine zob. Ščetkanje čisti tudi obloge, ki se nabirajo med zobom in dlesnijo, vendar le do 1,5 mm globine. Redno odstranjevanje oblog z zob nad dlesnijo lahko zmanjša proizvodnjo oblog pod dlesnijo do 5 mm globine [49]. Mnogi zobozdravniki se strinjajo, da bi moralo minimalno trajanje ščetkanja zob biti vsaj dve minuti in to vsaj dvakrat na dan. Pri tem pa je tudi zelo pomembna tehnika ščetkanja. Ščetkanje levo-desno ni učinkovito za odstranjevanje oblog ob dlesni. Ščetko nastavimo v 45 stopinjskem kotu proti dlesni in v malih krožnih potezah premikamo ščetko. Ta način

⁷ V prvi vrstici slike (od leve proti desni) so zobna ščetka, zobna pasta in zobna nitka; v drugi vrstici pa so medzobne ščetke, ustna voda in strgalo za jezik [87], [88], [89], [90], [91], [92].

poveča učinkovitost odstranjevanja oblog tik ob dlesni. Pri zobnih ščetkah pa imamo nadalje še dve možni izbiri [50]:

- ročne ščetke: zahtevajo, da celoten postopek ščetkanja opravi uporabnik; sestavljena je iz glave, ki vsebuje najlonske ščetine, in dolgega ročaja, da lahko s ščetko dosežemo vse zobe v ustni votlini; strokovnjaki za ustno higieno priporočajo uporabo zobne ščetke z majhno glavo in mehкими ščetinami, saj učinkovito odstranjujejo obloge brez poškodb dlesni;
 - električne ščetke: v nasprotju z ročnimi ščetkami se glave električnih ščetk samodejno premikajo in/ali vibrirajo, pri tem imajo zamenljive glave; poznamo vibracijsko (ultrazvočna) in rotacijsko ščetko: prva pomaga pri odstranjevanju oblog s pomočjo ultrazvoka in naredi bakterije oblog neškodljive, druga opravlja enak postopek kot ročna ščetka, le z višjo frekvenco;
- **Zobna pasta:** Pomaga zobni ščetki pri odstranjevanju oblog na zobni površini. Veliko zobnih past vsebuje fluorid, ki pomaga okrepiti sklenino in da dodatno zaščito pred kislinskim okoljem, ustvarjenim zaradi bakterij. Pri fluoridu je treba biti pazljiv, saj je v večjih količinah lahko strupen, zato se priporoča starosti ustrezna koncentracija fluorida v zobni pasti. Zobozdravniki svetujejo, da se otrokom do šestega leta na ščetko brizgne zobno pasto v velikosti zrna graha [51], [52]. V zobne paste se kot abraziv lahko doda tudi soda bikarbona (natrijev hidrogen karbonat), saj se je izkazala za varno in učinkovito sredstvo čiščenja in beljenja zob. Pri abrazivih je treba paziti, da je njihova vsebnost v pasti čim manjša, saj lahko v nasprotnem primeru zobe poškoduje [53]. Pred iznajdbo komercialne zobne paste je bila soda bikarbona najpogostejša sestavina pri ščetkanju zob. Paste lahko vsebujejo tudi antibakterijska sredstva, ki uničujejo in preprečujejo nastanek bakterij, nekatere lahko na zobe naredijo zaščitno oblogo proti bakterijam, dodane pa so jim lahko tudi različne arome za bolj prijetno umivanje zob in dodatno zmanjšanje ustnega zadaha.

- **Zobna nitka:** Dvakrat dnevno ščetkanje zob bi moralo biti del vsakodnevne človeške higienske rutine. Redki pa se zavedajo, da s pravo tehniko in rednim čiščenjem odstranimo le okoli 60 % oblog. Zobna ščetka doseže zunanjo površino zob in le majhen delež medzobnega prostora, verjetnost nastanka bolezni v medzobnem prostoru pa je zelo visoka [50]. Zaradi tega se je razvila zobna nitka, ki omogoča čiščenje medzobnega prostora in na tak način dodatno izboljša ustno higieno. Zobna nitka je lahko najlonska (nepovoskana ali povoskana) ali teflonska. Večina ljudi izbira povoščene ali teflonske zobne nitke, saj bolje polzijo med zobmi.
- **Medzobna ščetka:** Kot že samo ime pove, se medzobna ščetka podobno kot zobna nitka uporablja za čiščenje medzobnega prostora, pri tem pa je celo bolj učinkovita, možnost poškodbe dlesni zaradi napačne uporabe pa je manjša kot pri zobni nitki. Medzobne ščetke so sestavljene iz držala in žičke s ščetinami. Zaradi različne postavitve zob in različnih širin medzobnih prostorov mora zobozdravnik določiti ustrezno velikost medzobnih ščetk, da bo njihova učinkovitost optimalna [54].
- **Ustna voda:** Večinoma se uporablja za odstranitev oziroma ublažitev zadaha. Nikakor pa ni nadomestilo za ščetkanje in nitkanje zob, temveč dodatna možnost za ustno higieno. Pri ustnih vodah je treba biti pozoren na etiketo in navodila, kako jih uporabljati, saj je treba nekatere pred uporabo redčiti z vodo, vseh tudi ni dobro uporabljati v enakih časovnih razmikih. Nekatere ustne vode vsebujejo tudi sestavine, ki pomagajo pri preprečevanju nabiranja oblog [55].
- **Strgalo za jezik:** Na površini jeziku se nabirajo bakterije, mrtve celice in drugi ostanki hrane (to povzroča tudi zadah). Za njihovo odstranitev si lahko pomagamo z zobno ščetko, čeprav za to ni najprimernejša (lahko ima premehke ščetine, da bi odstranila delce z jezika). Nekatere ščetke imajo na nasprotni strani ščetin strgalo za jezik. Čiščenje jezika ima več pozitivnih učinkov: izboljša okušanje, izgled jezika, odstrani bakterije, izboljša vsesplošno zdravje, zmanjša zadah. Pri uporabi strgala je treba paziti na silo, s katero se pritiska na jezik, saj lahko poškodujemo brbončice [56].



Redno ščetkanje, nitkanje in obiski pri zobozdravniku so zelo pomembni za zdrave zobe in ustno higieno, vendar pa niso edini način skrbi za zobe. Pomemben faktor za zdrave zobe je tudi prehrana. Veliko jedi in pijač je koristnih za zobe in jih je priporočljivo uživati, kakor je razvidno iz preglednice 2 (prilagojeno po [57] in [58]).

Preglednica 2: Primerna hrana za ohranjanje zdravja zob⁸

| | |
|---|---|
| <p>Zelenjava (npr. stebelna zelena, korenje)</p>  | <p>Vlaknasta struktura zelenjave čisti obloge z zob. Vsebuje visok delež vode in veliko vitaminov. Čvrsto zelenjavo je kot drugo hrustljivo hrano treba večkrat prežvečiti, da jo lahko pogoltnemo. Daljši proces žvečenja pomeni povečano proizvodnjo sline. Tekstura stebelne zelene je čvrsta in groba, ki nežno odstranjuje obloge z zob. Podobne lastnosti nosijo tudi na primer korenček, kumarica itn.</p> |
| <p>Semena čija</p>  | <p>Znana so po tem, da dobro učinkujejo na prebavo in povečujejo energijo. Vsebujejo pa tudi vitamine in minerale, ki so koristni za zdrave zobe, kot na primer vitamin A, kalcij, vlaknine in fosfor. Zaradi okusa in učinkovin jih je zelo preprosto vključiti v katero koli dieto.</p> |
| <p>Kokosovo olje</p> | <p>Izpiranje ust s pomočjo olja je tradicionalno ljudsko zdravilo, ki se je izvajalo v starodavni Indiji. Uporaba biološko pridelanih olj, kot so sončnično,</p> |


⁸ Slike, ki smo jih vključili v to tabelo, smo našli na naslednjih spletnih straneh: [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100].

| | |
|--|---|
|  | <p>sezamovo in kokosovo, je posebej učinkovita predvsem, če so olja hladno stiskana. Olja naj bi odstranila bakterije, viruse in protozo iz ustne votline. Kokosovo olje vsebuje lavrično kislino, ki zmanjša nabiranje oblog in vsebuje čistilne lastnosti. Raziskave kažejo, da že sedem dni izpiranja statistično pomembno zmanjša obloge in indeks vnetih dlesni, [27], [28], [59], [60].</p> |
| <p>Mlečna živila (npr. mleko, sir, jogurt)</p>  | <p>Sir, mleko in jogurt vsebujejo veliko kalcija in fosfor, ki sta zelo koristna za naše kosti in zobe. Mlečna živila, predvsem sir pa vsebujejo kazein. Kazein je protein, ki okrepi in popravlja zobno sklenino. Nekateri siri (na primer čedar) prav tako vsebujejo alkale, ki nevtralizirajo kislino v naših ustih [61].</p> |
| <p>Ribe</p>  | <p>Ribe so bogate z omega-3-maščobnimi kislinami, vsebujejo veliko vitamina D, ki pomaga telesu pri absorpciji kalcija in fosfora. Prav tako zmanjšujejo periodontitis.</p> |
| <p>Žvečilke brez sladkorja</p>  | <p>Žvečenje žvečilke brez sladkorja odstrani manjše delce hrane iz lukenj in poveča oziroma spodbuja proizvodnjo sline, kar zmanjša proizvodnjo bakterij in nevtralizira kislino.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Sadje</p>  | <p>Podobno kot zelenjava stimulira proizvodnjo sline in njegova vlaknasta struktura čisti obloge z zob. Visok delež vode v sadju pomaga odvajati njihov slad. Vsebujejo veliko vitaminov. Pri kislem sadju je priporočljivo, da se je kot del večjega obroka, da se zmanjša učinek kisline. Določeno sadje, kot recimo jagoda, imajo celo učinek beljenja zob.</p> |
| <p>Zeleni in črni čaj</p>  | <p>Oba tipa čajev vsebujeta polifenol, ki uniči ali zatre bakterije, ki proizvajajo obloge. Polifenol tudi prepreči njihovo rast in tako preprečuje, da bi proizvajale kisline, ki škodujejo zobem.</p> |

Veliko hrane pa je tudi neprimerne, ki pospešuje in povzroča težave za zobe (preglednica 3, prilagojena po [57] in [58]).

Preglednica 3: Neprimerna hrana za zobe⁹

| | |
|--|---|
| <p>Škrobnata hrana in predelani ogljikovi hidrati (npr. bel kruh, pomfrit, krompirjev čips)</p>  | <p>Med žvečenjem se škrobnata hrana v povezavi s slino preoblikuje v lepljivo maso, ki se zalepi na zobe in med zobne prostore. Lepljivost daje bakterijam več časa, da predelajo hrano, prilepljeno na zobe, v sladkor in nato v kislino, ki poškoduje sklenino.</p> |
|--|---|

⁹ Slike, ki smo jih vključili v to tabelo, smo našli na naslednjih spletnih straneh: [101], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108].

| | |
|--|--|
| <p>Energijske, športne in gazirane pijače</p>  | <p>Te pijače se v večini pijejo počasi, zato jim je ustna votlina močno izpostavljena. Vsebujejo veliko sladkorja, nekatere celo do 13 čajnih žličk. Sladkor je že sam zase zelo škodljiv, pijače pa so poleg tega še zelo kisle (fosforjeva ali citronska kislina). Kislost izsušuje usta, kar zmanjšuje količino sline v ustih, ki bi lahko malenkost znevalizirala to kislost in jo odplaknila naprej po požiralniku. Kislina v pijačah pa tudi dokazano razžira sklenino in zobne korenine ter povzroča zobno erozijo [30], [36], [62]).</p> |
| <p>Suho sadje</p>  | <p>Zaradi manjše vsebnosti tekočin je koncentracija sladkorja v suhem sadju večja. Suhemu sadju poleg tega nekateri dodajo še sladila. Vsebnost sladkorja pa zaradi lepljivosti suhega sadja lahko še lažje škoduje zobom, saj ostane na zobeh do naslednjega ščetkanja zob.</p> |
| <p>Kisla hrana (npr. vložene kumarice, citrusi)</p>  | <p>Kot že omenjeno, je kislo slabo za zobe, saj zmehta sklenino in jo na tak način naredi manj odporno. Citrusi so kljub vitaminu C za zobe lahko škodljivi. Priporočljivo je zmerno uživanje, spiranje z vodo in da se z umivanjem zob počaka 30 min po zaužitju kisle hrane, saj se lahko v nasprotnem primeru poškoduje zmešana sklenina in se s tem pospeši proces gnitja zob [63].</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Hrana z visokim deležem fitinske kisline</p>  | <p>To so semena, žitarice, oreščki in fižol ter hrana, ki je bila gnojena z modernim gnojilom z visoko vsebnostjo fosfata. Fitinska kislina prepreči absorpcijo mineralov iz hrane, prav tako pa vleče minerale iz telesa, kosti in zob. Zato je priporočljivo jesti hrano, gnojeno s kompostom [34].</p> |
| <p>Sladkarije</p>  | <p>So v najrazličnejših oblikah in okusih, ampak vedno polne sladkorja. Nekatere so lepljive, sladkor se prime na zobe, nekatere so še kisle, kar škoduje sklenini, ali pa trde, da se jedo dlje časa in tako konstantno oblagajo zobe s sladkorjem.</p> |
| <p>Led</p>  | <p>Kljub tem, da je led sestavljen zgolj iz vode, je lahko nevaren, če ga žvečimo. Žvečenje trdih snovi lahko povzroči odkrhnen, počen ali zlomljen zob. Vsaka od nastalih poškodb zobu odvzame zaščito in tako je večja nevarnost za uničenje zob.</p> |
| <p>Alkohol</p>  | <p>Podobno kot športne in gazirane pijače alkohol izsušuje usta, kar zmanjša količino sline v ustih. Določeni alkoholi, kot je belo in rdeče vino, vsebujejo tudi kislino.</p> |

2.2.3 Motiviranje otrok k negi ustne votline

Zobni karies pri otrocih je svetovni problem, ki je, kot smo že omenili, posledica prehranskih navad in ustne higijene, prav tako pa tudi družbeno-ekonomskih dejavnikov. Pomembno pri preprečevanju zobnega kariesa je poučevanje otrok o posledicah

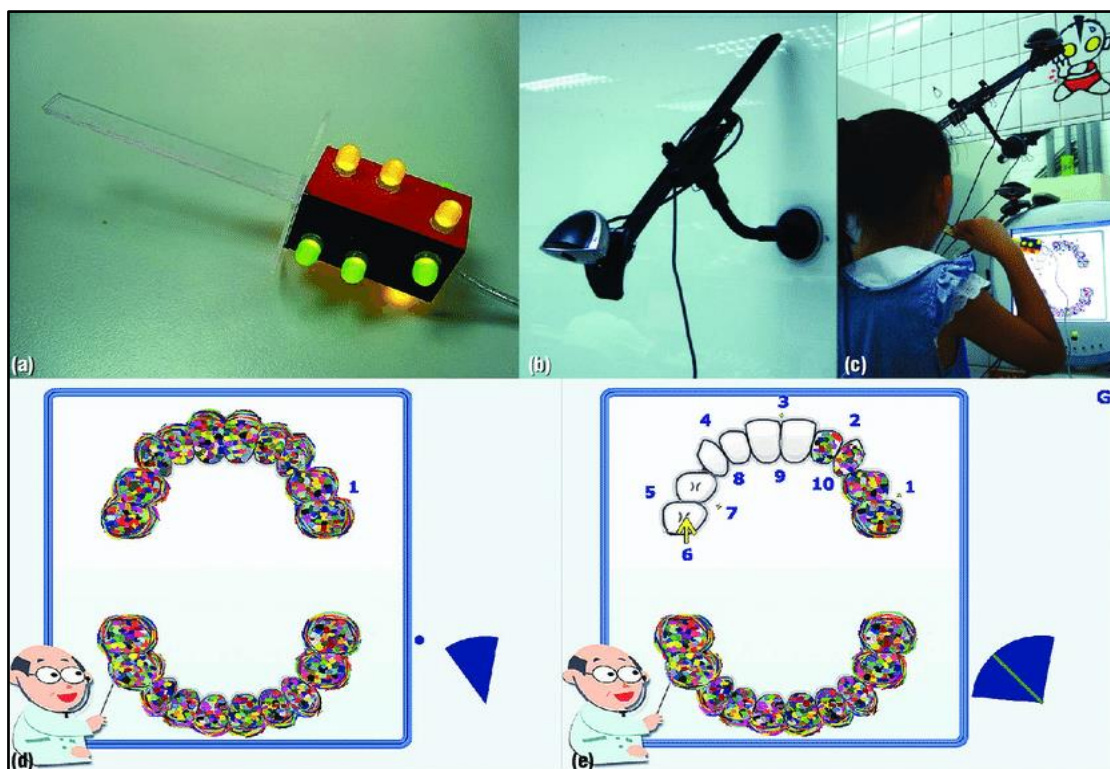
neustrezne prehrane in ustne higijene ter o načinih čiščenja ustne votline [64], pri čemer igrajo pomembno vlogo predvsem starši. Za zdravje ustne votline je treba začeti že ob rojstvu otrok [65]:

- novorojenčkom se z vlažno krpo ali silikonsko naprstno ščetko čistijo dlesni;
- dojenčkom med četrtem do šestim mesecem običajno že zrastejo prvi zobki, ki se jih čisti s krtačko z mehкими ščetinami, na kateri je za sled zobne paste s fluoridom;
- dojenčkom med šestim in 24 mesecem se zobje ščetkajo dvakrat na dan, to je zjutraj in zvečer, po dve minuti;
- otrokom od dveh do šestih let še zmeraj starši pomagajo pri ščetkanju zob, saj še nimajo dovolj razvitih motoričnih spretnosti, da bi to lahko opravljali sami, prav tako pa jih učijo ustrezne nege ustne votline in jih pripravljajo na samostojno opravljanje te vsakdanje rutine;
- otroci po šestem letu so si v večini že sposobni sami umiti zobe, kljub temu pa je pri tem še potreben nadzor staršev, da jih lahko usmerjajo k želenemu rezultatu.

Pri poučevanju otrok o pomembnosti ustrezne prehrane in nege ustne votline imajo tradicionalne metode poučevanja dokazano minimalen in kratkotrajen učinek, enako je s pregovarjanjem in prepričevanjem otrok v izvedbo dejavnosti, kot je umivanje zob. V teh primerih gre za spodbujanje novih vedenjskih vzorcev ali spreminjanje obstoječih pri otrocih, za kar morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji: želja, ustaljenost, sposobnost izvedbe in motivacija. Vse to pa se da najlažje doseči tako, da izkoristimo otroško željo po igri [66].

Igre za promocijo zdravja ustne votline in poučevanje o ustrezni ustni higijeni so se v različnih raziskavah izkazale za učinkovite. Omenimo lahko igro tipa povezovanje pik, ki temelji na nekakšnem vodiču za zdravo ustno votlino (združuje znanje o prehranskih navadah in negi ustne votline) [64], in na križanki temelječe igre o zobni negi, ki so učinkovita pomoč pri poučevanju o različnih postopkih zobne nege [67]. Otroci se v zadnjem času že zelo zgodaj seznanijo z različnimi napravami, ki med drugim omogočajo

tudi igranje videoiger, zato se zdi smiselno poučne igre na temo zdravja ustne votline prenesti tudi na ta medij. Videoigre so se tako izkazale za učinkovite pri spreminjanju prehranskih navad [68]. Podrobneje pa predstavljamo igro *Playful Toothbrush* (slika 6) [69], igro za učenje ščetkanja zob za otroke v vrtcih. V igri je otroku na zaslonu predstavljeno njegovo zobovje, polno zobnih blog. Z gibi dejanskega ščetkanja zob se čisti virtualno zobovje na zaslonu. To zobovje je razdeljeno na 24 segmentov, vsak segment pa je obdan s sedmimi plastmi oblog. Če torej otrok čisti zadnji levi zgornji segment in je pri tem uspešen, je s segmenta na zaslonu odstranjena zobna obloga, kar je vizualno predstavljeno, poudarjeno a je tudi z zvokom, vsaka od sedmih plasti oblog ima ob odstranjevanju značilen zvok, in sicer se spreminja glede na tonsko lestvico (c-dur, od tona c do tona h). Otrok torej konstantno dobiva vidno in slišno povratno informacijo [66].



Slika 6: Pripomočki za igro in uporabniški vmesnik prototipa igre *Playful Toothbrush*¹⁰

¹⁰ Na sliki a) je viden dodatek za zobno ščetko z določevalci LED; slika b) kaže spletno kamero, ki zajema gibanje ščetkanja; na sliki c) otrok uporablja *Playful Toothbrush*; sliki d) in e) pa sta prikaz igre [69].

3 IGRA OBRAMBA STOLPOV

V strateških igrah tipa obramba stolpov (ang. tower defense) je glavni cilj določen objekt, predstavljen npr. z gradom, dragulji ali ljudmi, zaščititi pred napadalci, pri čemer si pomaga s pomočjo različnih obrambnih stolpov. Pri tem se v intervalih (stopnjah, dosežkih, ipd.) pojavljajo novi nasprotniki in novi stolpi ali v določenih primerih nove nadgradnje že postavljenih stolpov. Strateški aspekt obrambe stolpov pa vključno s postavitvijo stolpov predstavlja vzdrževanje ekonomije. Za postavljanje stolpov potrebuje igralec nek vir ali nabor virov. Vire mora igralec nato smiselno uporabljati, da bo za trajanje celotne stopnje lahko postavil zadostno število stolpov ali nadgradil že obstoječe stolpe za zaščito objekta. Vire pa si lahko pridobi s premagovanjem nasprotnih enot ali z gradnjo objektov za proizvodnjo virov [70].

Obstaja več variacij igre obramba stolpov. Pogosta delitev med igrami tega tipa je glede na to, kako je definirana pot zemljevida, po kateri napredujejo nasprotne enote. Definicija poti zemljevida se deli na nespremenljive poti in poti, grajene med igro. Nespremenljive poti so vnaprej določene, enote jim »slepo« sledijo, razen v primeru njihove posebne moči ali sposobnosti. Nespremenljive poti lahko imajo tudi vnaprej določena mesta za gradnjo stolpov. Takšna statična narava zemljevida igre od igralca zahteva več iznajdljivosti. V primeru sprotne gradnje poti v igri je naloga uporabnika postavljanje stolpov ali oviralnih elementov na čim bolj učinkovit način, da hkrati ob uničevanju/premagovanju tudi upočasnjuje napredovanje nasprotnih enot. V začetnih fazah igre sta strateško bolj kot sam nabor stolpov pomembna način postavljanja stolpov in ekonomija igre. Stolpi so ceneni, vredni čim manj virov, in šibki, namenjeni predvsem za gradnjo, treba pa jih je znati strateško optimalno postaviti, da bodo kljub temu lahko premagali nasprotne enote. Na takšnem temelju je lažje napredovati do močnejših stolpov oziroma njihovih nadgradenj. Tovrsten princip igranja pritegne uporabnika in mu

daje motivacijo za ponovno igranje iste stopnje, saj zmeraj obstaja možnost primerneje zgraditi pot ali ustrežnejše uporabiti vire, hkrati pa, če igra to vsebuje, doseči višji rezultat. Zemljevid takšnega tipa obrambe stolpov je dokaj pust, da je primeren za izgradnjo lastne poti, ima torej enolično teksturo ter vhod in izhod nasprotnih enot. Vsebuje lahko tudi en slab značaj, ki ga igralec lahko zlorabi. Takšna igra mora ves čas preverjati, ali pot res obstaja, igralca obveščati o tem z besedilom, zvokom ali signalom in mu preprečiti, da povsem zaustavi prihajajoče enote, omogoči pa mu, da naredi dve možni poti in nato postavlja stolpe tako, da izmenično eno od njiju zapre (postavi stolp) drugo pa odpre (uniči stolp). Na takšen način lahko enote na zemljevidu zadržuje v nedogled.

Primer zelo popularne igre obrambe stolpov z nespremenljivim zemljevidom je igra *Kingdom Rush* [135] (slika 7), ki ima na spletni strani *Armor Games* [71] več kot 70 milijonov igralcev. Ima nespremenljive poti in pozicije za stolpe, pregleden in bolj preprost privlačen uporabniški vmesnik, ki na vsakem mestu za postavitev stolpa ponuja štiri osnovne stolpe. Osnovne stolpe sestavljajo stolp lokostrelcev, vojakov, čarovnikov in škratov z bombami. Vendar tako omejen nabor stolpov v statičnem zemljevidu ne predstavlja veliko variacij, optimalna postavitev stolpov se prehitro ugotovi, kar bi ponovno igranje istih stopenj naredilo nezanimivo. Vsak stolp ima zato dve osnovni nadgradnji in tretjo nadgradnjo, v kateri se uporabnik odloči med dvema variacijama stolpa, ki imata nato spet vsaka svoj nabor posebnih lastnosti. Seveda je za takšno število stolpov (12 stolpov brez dveh osnovnih nadgradenj) potrebno tudi večje število nasprotnih enot, ki jih ima *Kingdom Rush* kar 33 različnih. Pri tem ima vsak stolp prednosti in slabosti za posamezne tipe nasprotnikov. Tako stolp lokostrelcev strelja hitre, a šibke izstrelke, kar je koristno pri hitrih in šibkih nasprotnikih, ne pa tudi pri močnejših nasprotnikih ali pri večjem številu nasprotnikov. Za močnejše nasprotnike so čarovniški stolpi, ki srednje hitro delajo veliko škode. Pri večjem številu nasprotnikov pa je najprimernejši stolp škratov, ki delajo srednjo škodo srednje hitro na več neletečih nasprotnikov. Vsi ti trije stolpi pa imajo eno skupno pomanjkljivost: v svojem osnovnem stanju (nenadgrajeni) so prepočasni in/ali prešibki za nasprotnike, zato lahko enote pridejo izven njihovega dosega in prispejo do konca poti. To pa poskuša preprečiti še

zadnja vrsta stolpov –vojakov. Gre za neke vrste vojašnico, ki proizvaja vojake. Vsak ta stolp lahko ima hkrati tri vojake, ki se bodo postavili nasprotnim enotam v napoto in se spopadli z njimi. Na tak način ostali stolpi dobijo več časa za napadanje. Vsak vojak se lahko hkrati bojuje samo z enim nasprotnikom, lahko pa več vojakov napade enega nasprotnika. Če vojak v boju umre, ga po določenem času nadomesti nov.



Slika 7: Igra *Kingdom Rush* [109], [110]

Obramba stolpov s sprotno gradnjo poti je igra *Bubble Tanks* [136] (slika 8), ki je tematsko v celoti predstavljena z mehurčki. Ima sedem vrst nasprotnikov in 14 različnih stolpov. Od igralca zahteva izdelavo poti s stolpi, in sicer gre zgolj za en osnovni stolp, kar nakazuje na pomembnost postavitve stolpov v začetku igre in za celoten potek stopnje. Ta osnovni stolp se lahko nato nadgradi v svoji osnovni obliki ali v drugo obliko, ki je primerna za specifičen tip nasprotnika ali v podporo drugim stolpom. Stolpi imajo možnost združitve v en sam velik stolp – štirje maksimalno nadgrajeni stolpi postavljeni v obliki kvadrata, ki sposobnosti združenih stolpov dodatno ojača.



Slika 8: Igra *Bubble Tanks* [111]

Obe vrsti iger imata svoje prednosti in slabosti, prav zato ni nič čudnega, da obstajajo tudi igre, ki na podlagi hibridnega pristopa združujejo prednosti obeh. Serija iger *GemCraft* [137] (slika 9) vključuje nespremenljive poti različnih širin z možnostjo postavitve ovire. V določenih stopnjah ima igra poti narejene z minimalno širino, da so povsem nespremenljive, drugod pa mora igralec pot v celoti zgraditi sam. Ta serija iger v nasprotju s prej omenjenima igrama ima vgrajen sistem nadgrajevanja stolpov in sposobnosti glede na rezultat prejšnje stopnje. Ponovno igranje prejšnjih stopenj je smiselno, saj lahko z izboljšanjem rezultata pridobimo več točk in več možnosti za nadgradnjo stolpov.

Tower Wars [138] je igra s sprotno gradnjo poti, v kateri je igralec postavljen v boj z drugo osebo, ki jo napada z enotami, hkrati pa mora postavljati tudi stolpe. Omembe vredne hibridne igre pa so še bolj akcijsko usmerjene igre *Sanctum* [139], *Dungeon Defenders* [140], serija iger *Orcs Must Die* [141], v katerih se postavimo v vlogo lika, ki postavlja stolpe in se istočasno z lastnimi sposobnosti bojuje proti nasprotnikom.

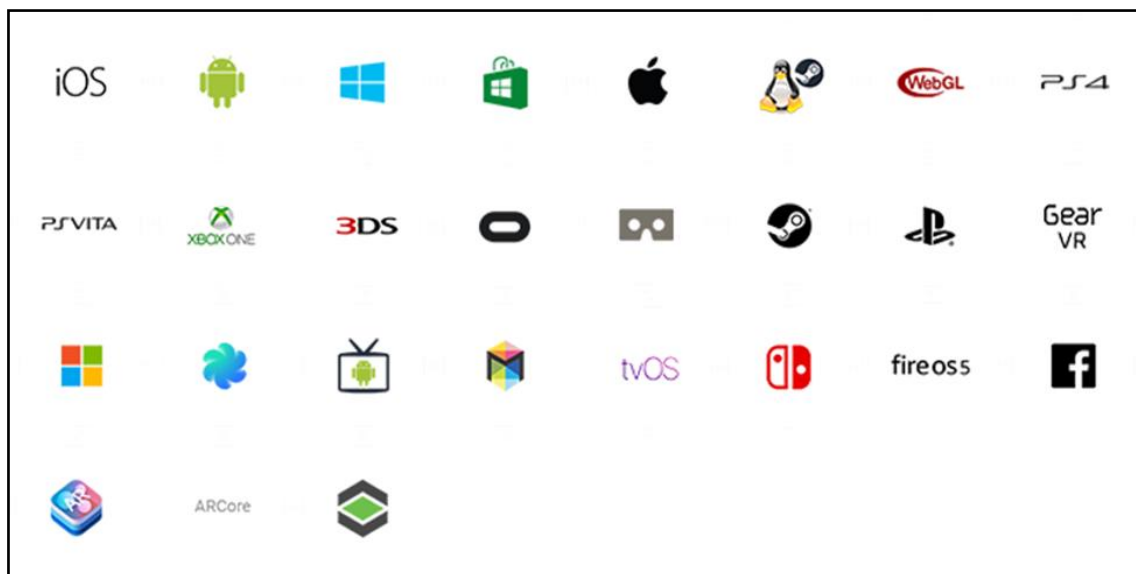


Slika 9: Igra GemCraft [112]

4 UNITY

Izdelava iger je ena izmed panog računalništva, ki lahko združuje znanje iz računalniške grafike, modeliranja, umetne inteligence, optimizacij, obdelave signalov in slik itn. Od njenih začetkov in do danes se je precej spremenila. V začetku so bile videoigre preproste, kratke in so imele zelo omenjene možnosti. Glavno omejitev za razvoj iger je predstavljal sam razvoj tehnologije. Danes si je skoraj nemogoče predstavljati, da bi morali razviti igro za napravo, ki ima procesor z delovnim taktom manj kot dva megaherca in zgolj nekaj kilobajtov delavnega pomnilnika ter ne več kot štiri megabajte pomnilnika, kot je imela na primer leta 1983 komercialna igralna konzola *Nintendo Entertainment System* (NES). Sposobnosti elektronskih naprav pa so se od takrat spremenile: sedaj imamo večjedrne procesorje, pri čemer vsako jedro zmore tudi do pet gigahercev delovnega takta, delovne pomnilnike, ki lahko segajo čez 100 gigabajtov in več terabajtov pomnilnika. S tem se je seveda spremenila tudi izdelava iger. Izdelati učinkovito igro, ki bi izrabljala vse razpoložljive vire, je za posameznika praktično nemogoče. Večja podjetja imajo za izdelavo svojih iger zaposlenih tudi več kot 100 ljudi, ki pa kljub temu za razvoj produkta potrebujejo tri leta ali več.

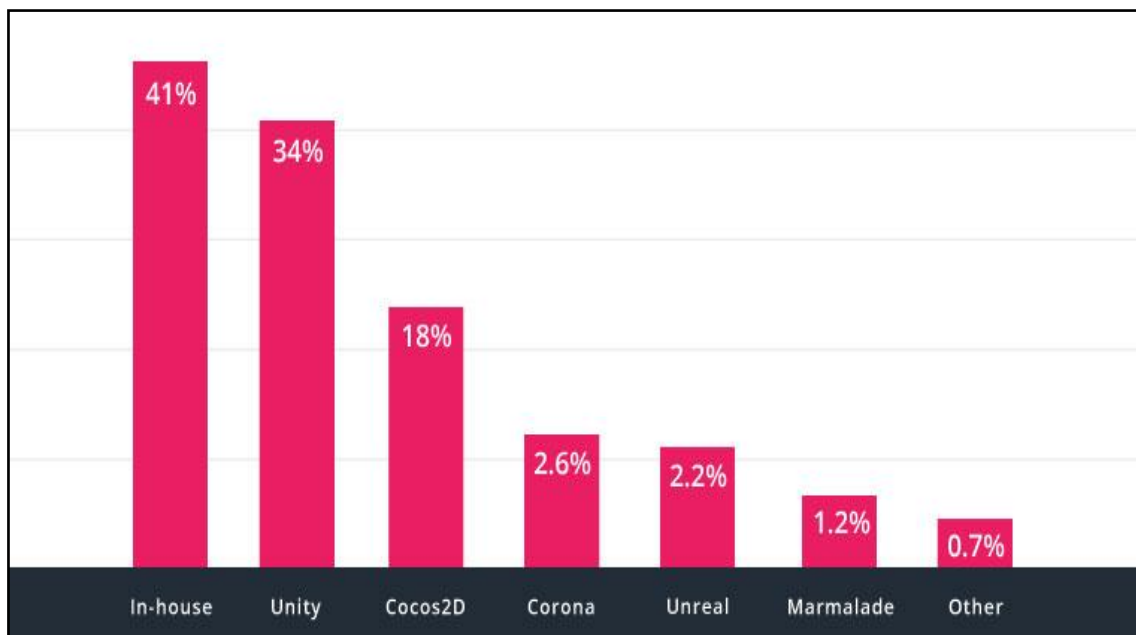
Pisanje vseh potrebnih algoritmov za igro, tj. za umetno inteligenco, osvetlitev, nalaganje tekstur itn., je dolgotrajno in zahtevno. Zato so si izdelovalci iger začeli izdelovati predloge, ki so jih pri vsaki naslednji igri zgolj ponovno uporabili in ne več spisali od začetka, s čimer so pridobili čas. Iz teh predlog se je razvil igralni pogon, s pomočjo katerega je postalo mogoče izdelati celotno igro tudi individualnim razvijalcem. Z mislijo, da bi omogočili izdelavo iger vsem ljudem, ki imajo željo in zamisel, je nastal Unity [72]. Unity je pogon za izdelavo iger, ki je omogočil hiter in kakovosten razvoj iger čisto vsem. Omogoča razvijanje 2D- in 3D-iger, virtualne resničnosti, obogatene resničnosti in aplikacij. Trenutno se lahko z Unity izdelujejo igre za 27 platform (slika 10).



Slika 10: Platforme, za katere je mogoče izdelati igre s pogonom Unity [72]

S takšnim pristopom je Unity postal ena izmed vodilnih programskih oprem v industriji videoiger na svetu. Več iger je bilo izdelanih z Unity kot s katero koli drugo tehnologijo, posledično vedno več ljudi igra te igre in vedno več razvijalcev se zanaša na orodja in storitve, ki jih ta igralni pogon omogoča. Dnevno milijone ljudi izdeluje vsebine z njegovo pomočjo. Igre, narejene z Unity, so bile prenesene na skoraj dve milijardi unikatnih mobilnih napravah v prvi četrtini 2016. Med tretjeosebniimi orodji za izdelavo iger je Unity je precej priljubljen in število uporabnikov še naprej narašča, kar 34 % od 1000 brezplačnih mobilnih iger je narejenih z njim (slika 11).

Manjšim podjetjem ali posameznikom daje možnost izdelovati/razvijati vsebine zastonj, v kolikor njihov zaslužek ne preseže 100.000 dolarjev (približno 85.792,35 evrov). Med uporabnike tega igralnega pogona pa štejejo tudi večje korporacije, kot so *Coca-Cola*, *Disney*, *Electronic Arts*, *LEGO*, *Microsoft*, *NASA*, *Nexon*, *Nickelodeon*, *Square Enix*, *Ubisoft*, *Obsidian*, *Insomniac* in *Warner Bros* [72].



Slika 11: Razvrstitev igralni pogonov, s katerimi je bilo izdelanih 1000 brezplačnih mobilnih iger, glede na delež rabe [72]

K popularnosti in dostopnosti pripomorejo tudi Unity navodila za uporabo, ki se redno posodablja, ter najrazličnejše vadnice in lekcije v živo. Povečano število uporabnikov je pripomoglo k večji Unity-skupnosti, ki si med seboj nudi pomoč, jo je pa težko nadzorovati, zato je možnost za manj ustrezne ali celo napačne informacije velika.

4.1 Unity igre

Veliko število izdelanih vsebin z določeno programsko opremo ne pove nič o kakovosti te programske opreme, število nagrad za te vsebine pa da slutiti, kakšno vlogo je pri tem imela programska oprema. Ogromno iger, izdelanih z Unity¹¹, ki so prejele nagrade, so razvili neodvisni proizvajalci, kot na primer igra *Cuphead* [142] žanra teci in streljaj (ang. run and gun) iz leta 2017, ki si je prislužil 30 nominacij in prejel kar 20 nagrad. Uspešne igre neodvisnih proizvajalcev so tudi *Thomas Was Alone* [143], ugankarska ploščadnica (ang. puzzle platformer) iz leta 2010, pustolovska igra *Firewatch* [144] iz leta 2016 in psihološka grozljivka *Layers of Fear* [145] iz leta 2016. Uspešne igre pa izhajajo tudi iz

¹¹ Igre so izbrane s seznama iger, izdelanih z Unity, ki je objavljen na *Wikipediji* [73].

večjih podjetij in korporacij, npr. Microsoft je leta 2015 izdal pustolovsko ploščadnico (ang. platform adventure) *Ori and the Blind Forest* [146], ki je dobila nagrado za Xboxovo igro leta 2015 na podelitvi *Golden Joystick Awards 2015*.

Ena izmed iger, ustvarjenih z Unity, ki je napolnila medije s pozitivnimi in negativnimi novicami, je bila mobilna igra *Pokemon GO* [147] (slika 12). Za korporacijo *Nintendo* jo je razvila družba *The Pokémon Company* s studia *Niantic*. *Pokemon Go* je dosegel pet Guinnessovih rekordov, in sicer za: največji dobiček, pridobljen na mobilni aplikaciji v prvem mesecu (177,16 milijonov evrov), najbolj preneseno mobilno igro v prvem mesecu (130 milijonov prenosov), največ prvih mest na internacionalnih lestvicah za mobilne igre v prvem mesecu (top igra v 70 različnih držav), največ prvih mest na internacionalnih lestvicah za mobilne igre v prvem mesecu (v 55 državah), najkrajši čas za pridobitev 100 milijonov dolarjev (približno 85,79 milijonov evrov) dobička (doseženo v 20 dneh). Do junija 2017 je bila igra prenesena 750 milijonkrat in prislužila 1,2 milijardi dolarjev (približno 1 milijarda evrov) [74], [75].



Slika 12: Igra *Pokemon Go* [113], [114], [115], [116]

V svetu iger se vedno bolj razvijajo spletne igre, med katerimi je v Unity izdelana fantazijska »peskovniška« masivna večigralska igra vlog (ang. fantasy sandbox massive multiplayer game (MMORPG)) *Albion Online* [148] (slika 13).



Slika 13: Igra *Albion Online* [117]

V ospredje prihaja tudi elektronski šport (e-šport), to so priznana tekmovanja v igranju videoiger, ki imajo nagrade v skupni višini tudi nad 20 milijonov evrov. Med e-športi se nahaja tudi zbirateljska igra s kartami podjetja *Blizzard*, *Hearthstone* [149] (slika 14), izdelana z Unity, ki mesečno prinese 40 milijonov evrov dobička, za zmagovalce na tekmovanjih pa se deljujejo nagrade v skupni višini do milijon evrov [76].



Slika 14: Igra *HearthStone* [118], [119]

4.2 Monobehaviour

Monobehaviour [77] je zelo pomemben pojem, ko delamo z Unity, saj gre za osnovni gradnik, razred, ki omogoča delo s igralnimi objekti (gibanje, nadzor s perifernimi napravami, dogodki igre ipd.) in nadzor nad samo igro. V splošnem sta dva poglobljena pristopa izdelave igre. Prvi predstavlja globalne kontrolne objekte s skriptami, imenovanimi singletoni. Singleton je skripta razreda, od katerega lahko obstaja samo ena instanca hkrati (vsebuje referenco na samo sebe). Tak pristop je preprostejši in omogoča dostop do celotne igre iz enega samega kontrolnega elementa, kar olajša nadzor in povezavo med posamičnimi igralnimi elementi. Pomanjkljivost pa je, da so vsi elementi med seboj odvisni, zato postanejo igralni elementi manj modularni in se oteži testiranje v testni sceni. Drug pristop je bolj abstrakten pristop, ki podpira modularnost in odpravi omenjene težave prvega pristopa. To je pristop skriptnih objektov (ang. scriptable object). Poglobljena pomanjkljivost je ta, da je načrtovanje takšnega pristopa zahtevnejše, napake pa povzročijo potrebo po večjih spremembah. Njegove prednosti pa so, da zaradi modularnosti zmanjša potrebo po celotni prenovi projekta pri slabem načrtovanju, omeji se na posamezne module oziroma povezave med njimi.

Unity je v svojem razvoju omogočal tri različne jezike, v katerih je bilo možno programirati: Boo, C# in javaskript. Možnost uporabe različnih jezikov je dodatno razširila količino možnih uporabnikov. V novejših različicah pa se je izkazalo, da je interes za programski jezik C# največji. Domnevno je priljubljenost jezika C#, njegova dobra dokumentacija in podobnost načina pisanja s C/C++ privedla do vedno manjšega zanimanja za Boo in javaskript. Tako je z verzijo Unity 5 jezik Boo zastaral [78], kar pomeni, da nove funkcionalnosti, dodane v kasnejših različicah Unityja, niso več podpirale jezika Boo. Osredinili so se na jezik C#, sekundarno izbira je javaskript (z verzijo 2017.1 je tudi ta zaradi premajhnega števila uporabnikov vstopil v proces opuščanja – uporaba je omejena na 3,6 % projektov) [79].

5 ZOBOBRAN

ZoboBran je poimenovanje za naš končni izdelek, to je resno igro s področja zobozdravstva. V nadaljevanju bo predstavljen razvoj naše igre, ki je zaradi boljše preglednosti predstavljen s pomočjo vsesplošnih korakov razvoja aplikacije.

5.1 Prepoznavna potrebe

Po prebiranju literature, povezane z zobozdravstvom, smo prišli do ugotovitve, da raziskovalci v ospredje postavljajo problem zobnega kariesa pri otrocih. Gre za rizično skupino, s katero ta problem raste, se pravi problem kariesa z izpadom mlečnih zob in z odraščanjem ne izgine. Kot vzrok za ta problem pa se izpostavlja predvsem slabe higienske navade in neustrezno prehrano, ki oboje izhaja iz pomanjkljivega znanja s tega področja. Najpogostejši sklep je, da je treba otroke primerno poučiti, pri tem pa seveda najti način, kako pritegniti njihovo pozornost in jim podati to znanje, da bo ostalo za celo življenje in postalo rutina. Tradicionalno učenje, ki temelji na ponavljanju znanja in pomnjenju, dokazano ni dovolj učinkovito, otrokom je premalo oprijemljivo, velikokrat nadležno in nezabavno. Zaradi tega se predlagajo druge metode učenja, ki temeljijo na izkustvenem spontanem učenju in so otrokom zabavne. Pri tem se največkrat omenja igro, ki je primerna že zaradi tega, ker otrokom predstavlja željo in zabavo, jih motivira in jim daje dovolj sprotnih povratnih informacij, da vedo, kaj storiti, da bodo lažje dosegli cilj. Z razširjanjem digitalne tehnologije in naprav med ljudi vseh starosti in ekonomskih razredov je to še toliko lažje. Otroci radi igrajo digitalne oziroma videoigre, če vanje vgradimo še poučni del, ki bo otroke spontano in brez pretiranega navora in stresa, ki navadno spremlja učenje, poučeval ali navajal na določeno dejavnost, pa smo tako ali tako »ujeli dve muhi na en mah«.

Igra kot motivacijsko sredstvo za umivanje zob se je v različnih znanstvenih razpravah izkazala za učinkovito, zato smo se odločili, da tudi mi izdelamo igro, ki bo otroke spodbujala k ščetkanju zob, pri tem pa jih poučila o različnih pripomočkih za nego ustne votline in vplivu prehrane na zdravje zob.

5.2 Ideja

Prepoznavna potrebe je gradivo za oblikovanje ideje, ki mora biti dovolj dobro zasnovana in razčlenjena, da lahko po njej sestavimo načrt za potek izdelave igre. Zato smo pred sestavljanjem načrta poskušali odgovoriti na naslednja vprašanja:

- Katero skupino ljudi želimo doseči?
- Kateri žanr igre najbolj sovpada z namenom naše resne igre?
- Kateri pogon za izdelavo igre bomo uporabili?
- S katerimi programi bomo izdelovali elemente igre?
- Na kakšen način bodo v igro vpleteni »resni« elementi?

Vsako od teh vprašanj vpliva na načrt, nas usmerja, omejuje, hkrati pa lahko tudi otežuje samo izdelavo igre. Ta vprašanja tudi niso strogo ločena, temveč se povezujejo, odgovori nanje pa pogosto spodbudijo nastanek novih vprašanj.

Določitev ciljne skupine je na prvi pogled delovala zelo preprosto, saj je za ustno higieno treba skrbeti že od rojstva naprej, pri čemer začnejo otroci aktivneje sodelovati približno od petega leta starosti. Ciljna skupina so torej otroci in najstniki med petim in 19 letom starosti. To obdobje je relativno dolgo in zajema največje spremembe v človeškem razvoju. Kljub temu smo se po tehtnem premisleku odločili v ciljno skupino igre zaobjeti celotno omenjeno starostno obdobje, pri tem pa poizkusili igro s kreativnim sistemom izbire težavnosti prilagoditi vsem uporabnikom.

Izbira najprimernejšega žanra za igro je bila posebej zanimiva. Nabor žanrov je velik in vsak ima svoje prednosti in slabosti. Na eni strani so bolj dinamični, hitri, akcijski žanri,

na drugi pa počasni, strateški, umirjeni. Dodatno pa je možno žanre med seboj poljubno povezovati in mešati. Za opredelitev najprimernejšega žanra igre je smiselno določiti stopnjo razvoja in sposobnosti ciljne skupine, kar je v našem primeru predvsem zaradi dolžine starostnega obdobja težko. Ciljna skupina je glede na motorične sposobnosti in stopnjo mentalnega razvoja zelo raznolika, zato se nam je zdelo primerno izbrati strateško naravnani žanr. Strateško igro lahko z dodajanjem elementov in povezav med njimi preprosto prilagodimo starostni skupini – prilagajamo lahko njeno zahtevnost. Strateškost daje možnost za dodatno poučno vrednost igre (logično razmišljanje, reševanje problemov), igralec pa lahko sam določi hitrost napredovanja v njej, lahko jo upočasni in naredi manj stresno, a kljub temu zanimivo. Tip igre znotraj žanra strateških iger, ki zadosti vsem našim zahtevam in se lahko poveže z našo problematiko, je obramba stolpov. V ta tip lahko brez težav preslikamo zaščito zob pred škodljivimi bakterijami z izdelki za ustno higieno: objekt, ki ga je treba zaščititi, so zobje, stolpi za zaščito tega objekta so različni pripomočki za ustno higieno, slabe bakterije pa predstavljajo nasprotno enote, ki želijo objekt osvojiti oziroma uničiti. Žanru igre primerno smo izbrali tudi ime našega končnega izdelka: *ZoboBran*.

Žanr je bil izbran, igra je dobila svoje ime, ciljna skupina je bila določena. Še vedno pa manjka glavni namen igre, seznanjanje in poučevanje o problematiki. Izbira žanra je primerna za podajanje informacij in spontano učenje, igra obramba stolpov namreč ves čas menjuje med stopnjami, ob vsaki menjavi pa je mogoče podati zanimivost oziroma pomembno sporočilo o ustni higieni, podprto s sliko ali animacijo. Takšna sporočila so za igralca nemoteča, lahko jih celo prezre, kljub temu pa pritegnejo pozornost nase. Drug način podajanja znanja je bolj tesno vpleten v samo igro in ga je težje prezreti. Pri igrah obramba stolpov se zaradi njihove strateškosti in motiviranja igralcev v določenem časovnem intervalu dodajajo novi objekti. Ti objekti so npr. nova vrsta nasprotnikov, ki jih spremlja nova vrsta stolpov. Ta pristop je omogočil, da smo v igro vnesli različne bakterije in produkte za ustno higieno, opremili pa smo jih s poučnimi informacijami. Naš cilj ni uporabniku predstaviti realna razmerja med bakterijami in negovalnimi produkti (tudi poimenovanja zanje niso realna), temveč na domišljijско obarvanem

gradivu izpostaviti pomembnost uporabe različnih produktov in prikazati ščetkanje kot nujno, vendar ne edino metodo za čiščenje zob, saj iz ust ne more odstraniti vseh škodljivih snovi (doseže zgolj 60 % zobnih površin). Imena bakterij so element zanimivosti, pri njihovem poimenovanju je pomembno, da si jih igralec zlahka zapomni. Povezavo med produkti in bakterijami dosežemo z različnimi lastnostmi bakterij. Nova vrsta bakterije ima lastnost, proti kateri je najbolj ustrezna nova vrsta stolpa ali njegova nova moč oziroma nadgradnja. Namen igre je poleg podajanja informacij o ustrezni ustni higieni in pripomočkih za nego ter škodljivih snoveh in bakterijah tudi spodbujanje otrok k ščetkanju zob. Pri tem opravilu je potreben nadzor, sploh dokler se otroci še ne zavedajo njegove pomembnosti. Ta nadzor bi bil omogočen s povezavo igre z zunanjo napravo, ki bi potrdila, ali si je uporabnik zobe umil (v najboljšem primeru tudi, kako dobro si jih je umil), če pa povezava z zunanjo napravo ni mogoča, morajo za nadzor poskrbeti odgovorne osebe – starši ali skrbniki.

Preden smo se lotili samega načrtovanja, smo morali določiti še pogon za izdelavo igre in podporne programe, kar pa je odvisno od tega, na kateri platformi bo igra delovala in ali bo izdelana v 2D, 3D ali 2,5D. Igrali pogon, ki smo ga izbrali, je Unity, saj omogoča izdelavo iger v vseh omenjenih dimenzijah, namenjen je tako začetnikom kot naprednim izdelovalcem iger in ponuja možnost izvoza igre na večje število platform. Naša igra bo delovala na mobilnih platformah, saj so mobilni aparati v današnjem času vseprisotni in nam omogočajo lažji dostop do ciljne skupine. Večina mobilnih naprav ponuja povezavo bluetooth, ki omogoča povezovanje z zunanjimi napravami. Poleg naštetega je Unity zelo dostopen in kakovosten, uporablja ga veliko razvijalcev, zato je opremljen z natančnimi vadnicami, ki uporabnika vodijo pri delu. Po seznanitvi in začetim preizkušanjem pogona, smo se odločili, da bo naša igra izdelana v 2D. Zaradi tega smo kot podporno orodje za izdelavo posameznih elementov igre izbrali GIMP, brezplačno kakovostno orodje za izdelavo slik in animacij.

Z določitvijo vseh zgoraj predstavljenih elementov je ideja natančno zasnovana in dovolj razčlenjena, da lahko nadaljujemo na naslednji korak in sestavimo načrt.

5.3 Načrtovanje

Ob seznanjanju z okoljem Unity smo pregledali veliko vadnic o njegovem delovanju in hitro se je izkazalo, da je razvoj v tem pogonu prikazan v obliki scen. Scena predstavlja posamezne dele igre, ki bi jih lahko uporabili kot samostojne enote. Načrtovanje dela smo zato začeli z razdelitvijo naše ideje na posamezne scene, in sicer na sedem:

- Uvodna scena,
- Upravljanje z uporabniki,
- scene težavnosti (v treh različnih scenah),
- Zobno mesto,
- Obramba stolpov.

Namen uvodne scene je samo podati ime igre in v igro uvesti nasprotnika. Nadaljnje scene pa so bolj zapletene, zato jih predstavljamo v nadaljevanju.

5.3.1 Scena za upravljanje z uporabniki

Ta scena zajema shranjevanje, nalaganje in prikaz podatkov uporabniku. Pri tem pa smo morali določiti, katere podatke bomo potrebovali za celotno igro. Pri prikazu podatkov smo upoštevali, da lahko več uporabnikov uporablja isto mobilno napravo, zato smo omogočili izbiro profila, ki zajema podatke za vsakega posameznika posebej.

Scena **Upravljanje z uporabniki** je za vse uporabnike ne glede na starost in predhodna znanja enaka, preprosta in pregledna. Vsebuje gumb za dodajanje profila, ki odpre novo okno z minimalno količino podatkov za njegovo opredelitev: vzdevek za lažjo razpoznavo profila in težavnost. Po ustvarjenju uporabniškega profila pa se dodajo privzete vrednosti: identifikator, datum ustvarjenja in vrednost, poimenovana **zdravje zob**, ki predstavlja življenjske točke, pridobi pa se z dejanskim čiščenjem zob. Življenjske točke same zase niso dovoljše motivacijsko sredstvo, ki bi igralca spodbujalo k ponovnemu igranju igre, zaradi česar smo se v igro odločili vgraditi hierarhični sistem za napredovanje oziroma nagrajevanje – glede na napredek pri igranju igralec pridobiva

točke, na podlagi katerih se mu dodeli ustrezen **čin**. Ta **čin**, ki ga uporabnik vidi tako v igri kot pri sami izbiri profila, mu daje pozitivno povratno informacijo, občutek napredka, hkrati pa v njem vzbudi pozitivno tekmovalnost in željo po preseganju samega sebe. Pri shranjevanju profila smo zato morali upoštevati dodatno spremenljivko, predstavljeno s celim številom, ki torej kaže igralčev **čin**. Številčna vrednost, čeprav dovolj povedna, je gol, suhoparen podatek, zato bo **čin** predstavljen s spreminjajočimi se slikami, zobmi različnih vrednosti.

5.3.2 Scene težavnosti

Scene težavnosti se od ostalih razlikujejo, saj so razdeljene na tri scene, pri čemer dve predstavljata ločeni sceni, tretja pa, preden preide v sceno težavnosti, prikaže sceno **Zobno mesto**. Prehod na te tri scene pa je odvisen od izbire težavnosti.

Izbira najpreprostejše težavnosti, imenovane **Preprosta**, je predstavljena kot igra, v kateri ima uporabnik pred seboj zakrita polja, ki jih sistematično odkriva, da najde **Veliki zob**. Ko ga najde, pridobi večje število točk za napredovanje do višjega **čina**, na določeno število zmag pa tudi nove stolpe. Polja se nato ponovno zakrijejo in na novo razvrstijo. Na zakritih poljih so poleg **Velikega zoba** naključno izbrani in razvrščeni objekti s pozitivnim ali negativnim vplivom na zdravje ustne votline. Najbolj prisotna polja so bakterije (polja, na katerih so slike različnih bakterij), ki predstavljajo prehod v naslednjo sceno, prav tako pa so tudi vzrok znižanja vrednosti **zdravje zob** (več o tem v sceni obramba stolpov). Pozitivna polja pa zajemajo zdravo hrano in pripomočke za čiščenje zob, ki zobe ščitijo pred bakterijami in torej igralcu pomagajo do boljšega rezultata pri odkrivanju zakritih polj, lahko pa tudi zvišajo vrednost **zdravje zob**. Nasprotno pa škodljiva hrana poveča število bakterij in jih naredi močnejše, kar negativno vpliva na vrednost **zdravje zob**. Poleg teh so še prazna polja, ki razkrijejo vsa sosednja prazna polja, vsak dotik nanje pa odvzame del vrednosti **zdravje zob**. Igralec lahko po prvi potezi, ko so še vsa polja zakrita, izbere odkrito ali zakrito polje. Odločitev, katero polje bo izbral, je strateško zelo pomembna in odvisna od tega, koliko je igralec v tistem trenutku pripravljen tvegati. Pri izbiri odkritega, vidnega polja, je rezultat že znan, število

odkritih polj pa je za isto znižanje vrednosti **zdravja zob** zaradi dotika na polje manjše, kot pri izbiri zakritega polja, ki pa je lahko za naš rezultat pozitivno ali negativno. Tak pristop je poleg strateških odločitev odvisen tudi od sreče, po našem mnenju povzroča ravno prvo mero adrenalina, da uporabnika pritegne k vnovičnemu igranju.

Scena za srednjo težavnost, poimenovana **Osnovna**, prav tako ponuja izbiro posameznih stopenj igre obrambe stolpov, vendar nekoliko drugače kot v **Preprosti** težavnosti, saj ni predstavljena kot igra, temveč kot pot v obliki grafa¹², vozlišča katerega predstavljajo prehod v sceno **Obramba stolpov**. Na tak način nakažemo zaporedje povezav med vozlišči, težavnost lahko zmerno stopnjujemo, izrišemo več poti do cilja in slepe poti, ki vodijo do koristnih objektov (ustrezna hrana, pripomočki za nego). Koristni objekti so podobni tistim iz preproste težavnosti, dodani pa so objekti za hitrejše napredovanje do višjega **čina** uporabnika. Ob napredovanju po grafu so dodani obrambni stolpi, predstavljeni s pripomočki za ustno higieno. Ko uporabnik doseže **Veliki zob** na koncu grafa, se graf menja oziroma avtomatsko generira, pri čemer uporabi nabor stopenj, ki so mu na razpolago, to pa predstavlja manjši skok v težavnosti.

Najtežja težavnost, **Napredna** težavnost, ima pred izbiro stopenj dodatno sceno, to je scena **Zobno mesto**. V tem mestu mora uporabnik odkleniti nove stolpe in jih izven stopenj nadgrajevati. Število nadgradenj je v mestu omejeno z doseženo višino **čina**. Vrednost **čina** kot omejitev povzroči situacijo, v kateri ima uporabnik dve možnosti:

- s sprotnim odklepanjem stolpov in dobrim strateškim pristopom premaga zahtevnejšo igro obramba stolpov,
- s ponovnim igranjem že opravljene igre, dokler ne napreduje do ustreznega **čina**, ki mu omogoči nadgradnjo stolpov do te mere, da lahko zahtevnejšo igro premaga.

¹² Graf je množica točk v prostoru in povezav med temi točkami [80], [81].

Najvišja težavnost je edina, v kateri se valuto uporablja tudi izven posameznih iger obramba stolpov. Ko želimo izbrati raven igre, moramo mesto zapustiti, da preidemo na izbiro stopnje, ki je enaka kot za **Osnovno** težavnost. Razlika pa je v tem, da je v sceno napredne težavnosti dodano zaklepanje posameznih ravni, kar pomeni, da je za napredovanje treba premagati določeno število stopenj. Pristop z zaklepanjem stopenj uporabniku oteži izogibanje tistim stopnjam, s katerimi ima težave.

5.3.3 Obramba stolpov

Scena **Obramba stolpov** je poglavitni del naše igre. V tej sceni je predstavljena ena stopnja igre obramba stolpov: pot, po kateri se v valovih oziroma določenih časovnih intervalih pomikajo bakterije in poskušajo uničiti zobe. Vsaka stopnja ima enega ali več začetnih položajev in enega ali več končnih položajev, pogoj za zmago pa je, da vsaj eden izmed končnih položajev, ki je predstavljen s sliko zoba, ostane neuničen. Uporabnikova naloga je z razpoložljivimi viri ustrezno nadgrajene pripomočke za ustno higieno postaviti na poti tako, da ubranijo zobe pred bakterijami. To sceno uporabljajo vse težavnosti in vsaka težavnost vsebuje več stopenj igre obramba stolpov. Scena pa je za vsako težavnost malenkost prirejena:

- **Preprosta** ima le eno valuto, imenovano **zobki**, ki jo uporabnik prejme za vsako premagano bakterijo in premagan val nasprotnikov, uporablja pa se tako za nakup stolpa kot njegovo nadgradnjo.
- V **osnovni** je valuti **zobki**, ki jih igralec prejme na koncu vala nasprotnikov, dodana druga valuta, imenovana **dobre bakterije**, predstavljena pa je kot koristne bakterije v ustih, ki jih pridobimo s pretvarjanjem slabih bakterij v dobre. Ta se nato uporablja za nadgradnjo stolpov znotraj igre, **zobki** pa za nakup stolpov.
- **Napredna** uporablja enak pristop kot osnovna, le da se preostanek virov znotraj stopnje in polovična vrednost stolpov prištejeta **Zobnemu mestu** za razne nadgradnje.

5.3.4 Izdelovalec stopenj

Zgoraj predstavljene scene so vidne uporabniku in skupaj sestavljajo celotno igro. Posebej pa moramo omeniti sceni, ki sta uporabniku nevidni in sta namenjeni izdelavi stopenj, to sta **Meni** in **Izdelava poti**. V menijski sceni upravljamo s potmi in valovi bakterij ter nastavljamo spremenljivko, ki bakterijam poveča vse njihove vrednosti (ročno lahko prilagajamo težavnost stopnje, v kolikor se izkaže kot prelahka ali pretežka). Ta scena ima seznam vseh stopenj in omogoča dodajanje, brisanje in spreminjanje stopenj. Izbira stopnje nato pokaže predogled poti, po kateri se bodo bakterije pomikale, ter celoten seznam valov bakterij, v katerega lahko valove dodajamo, brišemo in jih spreminjamo. Prehod iz te scene se zgodi, kadar želimo dodati ali spremeniti pot stopnje. Takrat preidemo v sceno **Izdelava poti**, ki predstavlja mrežo, na katero lahko postavimo poljubne elemente iz orodne vrstice na spodnji strani igre.

5.3.5 Bakterije in stolpi

Scenski načrt smo predstavili, manjka pa še načrt za izdelavo in delovanje bakterij in stolpov – določiti smo morali, kaj bodo bakterije in stolpi vsebovali. Bakterijam smo določili sledeče lastnosti: hitrost, moč, oklep, ščit, izmikanje in regeneracija (postopoma, v določenem časovnem intervalu, vrača vrednost življenja do polne vrednosti). Poleg lastnosti smo določili tudi dodatno odpornost proti določenim spremembam lastnosti in tip bakterij, zaradi katerega so lahko opredeljene kot močnejše ali šibkejše. Tipi so uporabljeni predvsem za mejnike in večje ovire znotraj stopnje, npr. zadnji val stopnje predstavlja največji izziv za igralca, zato bakterijam dodelimo tip **vodja**. Bakterijam posameznega vala lahko določimo tudi priljubljene smeri premikanja, kar pomeni, da se bodo pri razcepu odločile premakniti v njim priljubljeno smer. Določitev priljubljenih smeri omogoča dodajanje strategije za izdelavo poti in večje težavnosti, prav tako pa igralca pripravi do tega, da je pri postavljanju stolpov previden in ne nepremišljen. Ne sme se osredotočiti samo na en (ponavadi krajši) del poti, temveč mora opazovati vse smeri in predvidevati, katero bodo bakterije izbrale.

Stolpi se v osnovi razdelijo na dve skupini, na tiste, ki jih lahko postavimo na pot, in tiste, ki jih ne moremo postaviti na pot. Glavna razlika med njimi je njihov doseg: stolpi na poti imajo krajši doseg, tisti izven poti pa daljšega. Poleg različnega dosega imajo stolpi tudi določen tip napada. Tip napada določa, kakšen dodaten učinek, poleg škode, ki jo že povzročajo, bodo imeli na bakterije. Učinki na bakterije se kopičijo in se po presegu določene meje okrepijo. Ti učinki so predstavljeni kot barvna črta v zobni pasti. Imamo zelen, moder in rdeč učinek. Zelen učinek povzroča večjo škodo ščitu bakterije in ko je ščit uničen, znižuje regeneracijo bakterije. Kopičenje zelenega učinka poveča škodo, ki jo stolpi delajo ščitu, ko bakterija več nima ščita, pa vrednost njene regeneracije spremenijo v negativno (škoda v določenem časovnem intervalu). Rdeč učinek bakterijam znižuje obrambo, kopičenje učinka vrednost obrambe zniža na nič, istočasno pa stolp, ki sproža ta učinek, storjeno škodo. Modri učinek znižuje hitrost bakterij in jih v trenutku, ko se učinek dovolj nakopiči, zamrzne.

5.4 Oblikovanje

V fazi oblikovanja (ang. designing) smo se osredotočili na pripravo ogrodja in izdelavo modelov oziroma prototipov (ang. mock-up) za vizualno podporo načrta. Na tak način smo lahko preverili, ali je v načrtu treba še kaj spremeniti oziroma popraviti. Namestili smo igralni pogon Unity, ga zagnali in s pomočjo vadnic začeli izdelovati ogrodje. Tukaj so se pojavile prve težave. Unity je, kot smo že omenili, zelo dostopno brezplačno programsko okolje, zato ga uporablja veliko razvijalcev iger ali drugih entuziastov, ki svoje vsebine objavljajo na spletu. Med temi vsebinami lahko najdemo rešitve za svoje težave, velikokrat pa zgolj nadomestke za rešitve, ki težave zgolj zaobidejo in je ne rešijo. Podatki so pogosto tudi zastareli (težko jih je oceniti, saj nimajo časovne oznake), kar je sicer pričakovano, saj se Unity ves čas razvija. Nezanosljive so tudi video vsebine in vadnice, saj zaradi pomanjkljivega znanja avtorjev ne vsebujejo zadostnih oziroma relevantnih informacij, tukaj naj omenimo predvsem informacije o alternativnih rešitvah programerskih težav in o prednostih in slabostih različnih pristopov programiranja. V teh vsebinah je pogosto omenjen pristop k izdelavi igre s kontrolnimi skripti, imenovanimi singleton. Zaradi tega smo pri oblikovanju najprej poskusili slediti temu pristopu.

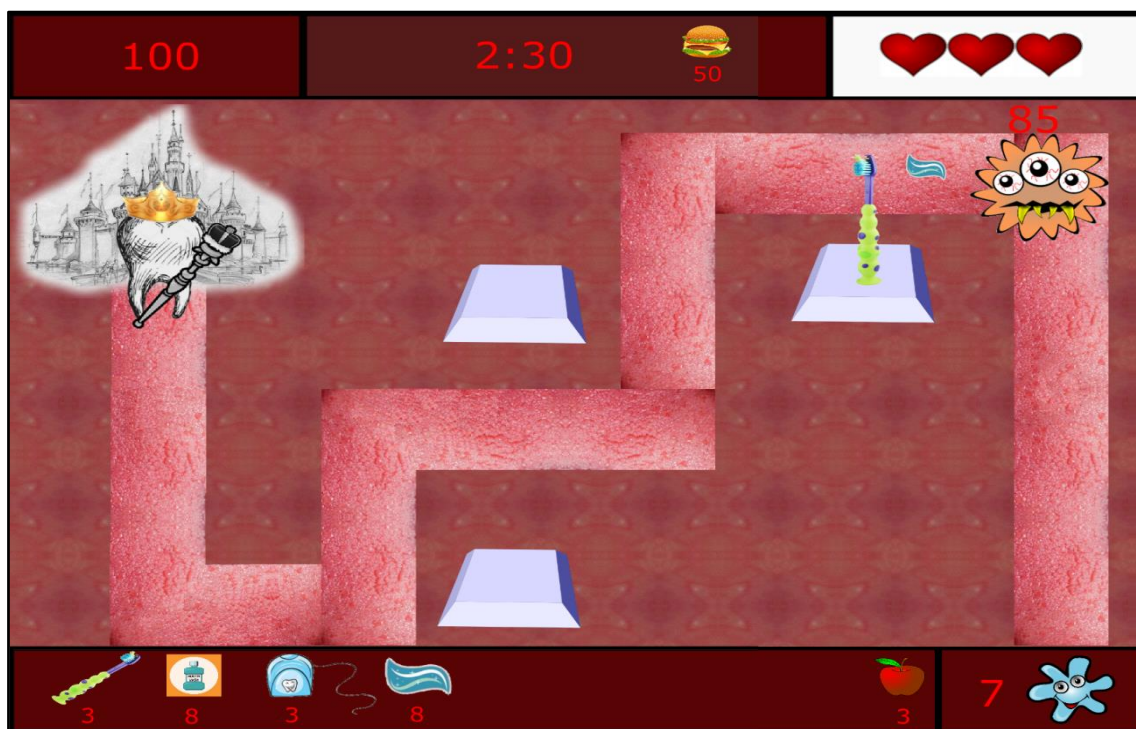
Ogrodje iz kontrolnih skriptov se je za našo igro hitro izkazalo za neprimerno: negativno je vplivalo na učinkovitost, testiranje in modularnost igre. Pristop smo morali spremeniti oziroma ga zamenjati. Pri pregledu dodatne literature smo odkrili prispevek Richarda Fina s konference Unity Unite 2016 v Los Angelesu [82] in prispevek Ryana Hippla s konference Unity Unite 2017 v Austinu [83]. Prispevka sta med seboj povezana, saj je Hipple svojo predstavitev povzel po Finu in dodal še svoje ugotovitve, mišljenja in pristope. Oba v prispevkih nasprotujeta uporabi singletonov, Hipple svoje nasprotovanje pojasni s primerom, ki izpostavlja slabosti pristopa s singletonom:

»V projektu smo poskusili testirati nasprotno enoto. Zato smo naredili testno sceno in povlekli nasprotno enoto na sceno in zagnali igro. Unity je dejal, da nima reference na managerja za nasprotnike. Zato dodamo managerja za nasprotnike in ponovno zaženemo igro. Unity najde managerja za nasprotnike, ne najde pa managerja za igralca. Dodamo še to, zaženemo igro, tokrat manjka referenca za managerja inventarja. Tako smo nadaljevali, dokler nismo praktično celotne igre prekopirali v testno sceno. Na tak način nismo pridobili na času, testiranje je bilo potrata časa, v našem delu pa ni bilo napredka.« [83].

Hipple in Fin torej podpirata bolj modularen in abstrakten pristop. To smo nazadnje pri našem delu uporabili tudi mi in se seznanili s skriptnimi objekti (ang. scriptable objects). Ogrodje igre s scenami in objekti, ki so med seboj neodvisni, smo izdelali s skriptnimi objekti. Vsaka scena in objekt sta narejena tako, da delujeta samostojno, zaradi česar je bilo preizkušanje delovanja preprosto. Objekti lahko med seboj komunicirajo s pomočjo referenc na druge objekte ali z detekcijo trkov. Informacijo je treba nekako prenesti iz ene scene v drugo, saj se ob menjavi scene sprostijo vsi zasedeni viri. Pri tem smo uporabili skriptni objekt in princip zamenjave nadzora, ki nam da nov nivo abstrakcije. Tako smo, recimo, ustvarili skriptni objekt, ki smo ga imenovali **podatki_uporabnika**, in mu dali možnost, da vsebuje uporabniške podatke, ki se bodo pošiljali med scenami. **Podatke_uporabnikov** smo nato kot referenco dodali scenam, ki ta podatek

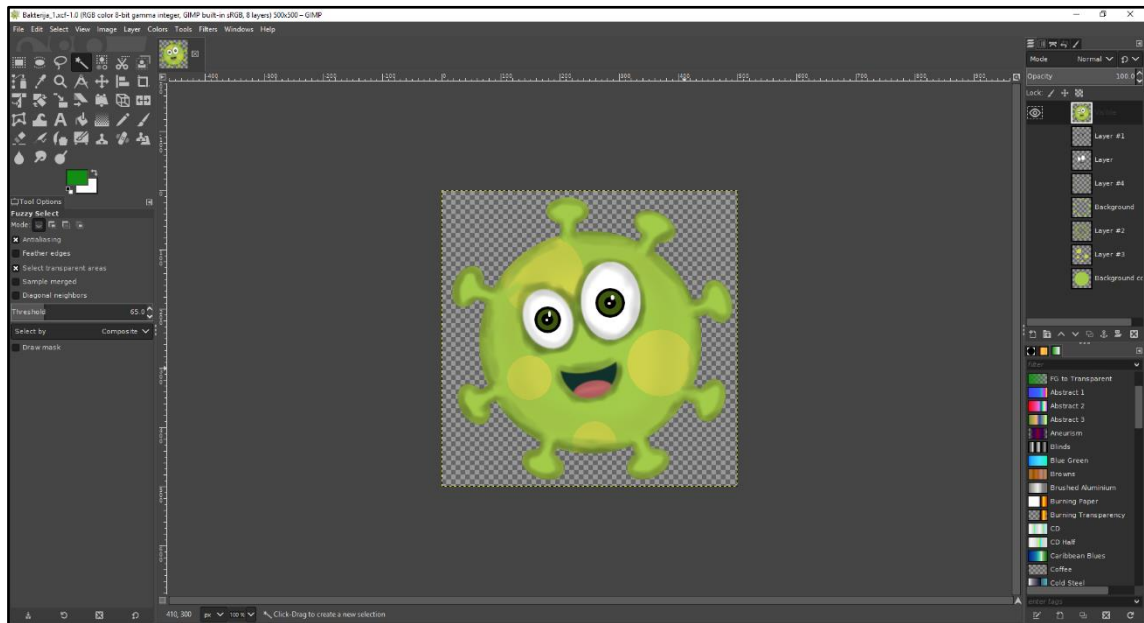
potrebujejo, pri čemer scen ne zanima, od kod so podatki in kaj se z njimi dogaja. Na tak način lahko deluje povsem ločeno od ostalih scen. Podoben pristop smo izbrali pri izdelavi ostalih objektov. S tem smo zagotovili modularnost, kar naredi projekt bolj pregleden in ga je lažje preizkusiti.

Po izdelavi zanesljivega ogrodja smo se osredotočili na okvirni izgled igre. Za lažjo predstavbo rezultata našega načrta smo naredili prototip za eno stopnjo. Uporabili smo že obstoječe vsebine, ki niso stilno enake in jih ne bi mogli uporabiti v komercialne namene. Slika 15 predstavlja začetno zamisel igre, na podlagi katere smo nadaljevali z oblikovanjem izgleda, hkrati pa razmislili, ali bi bilo treba v načrt kaj dodati, spremeniti ali odvzeti. V tem prototipu smo uporabili barvno paleto ustrezno ustni votlini, zaradi tega na sliki prevlada rdeč barvni odtenek. Orodna vrstica in ostali prikazni elementi zakrivajo preveč zaslona. Postavitev stolpov na stalna mesta in v pokončni poziciji se je zdela preveč statična. Ščetka na sliki izstreljuje projektil v obliki zobne paste, kar je nekoliko nenavadno, pomagalo pa je k razvoju ideje o ščetki, ki preprosto ščetka en predel poti in tam premaga bakterije.



Slika 15: Prvi prototip igre

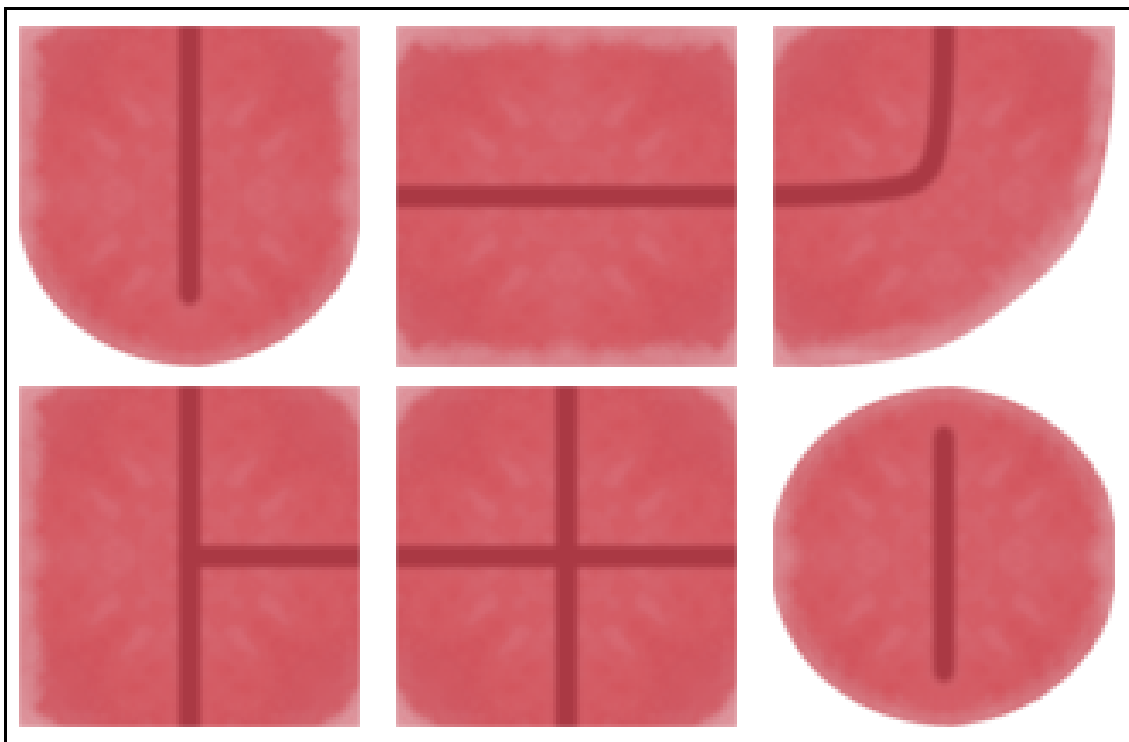
Z nastalimi idejami in ugotovitvami, pridobljenimi iz prvega, lahko bi rekli tudi testnega prototipa, smo se lotili izdelave osnovnih elementov, da lahko začnemo z implementacijo igre in nato nove elemente po potrebi samo še dodajamo. Za vse vizualne elemente smo uporabili orodje Gimp. Začeli smo s preprosto bakterijo zelene barve, s katero smo tako rekoč določili videz celotne igre (slika 16).



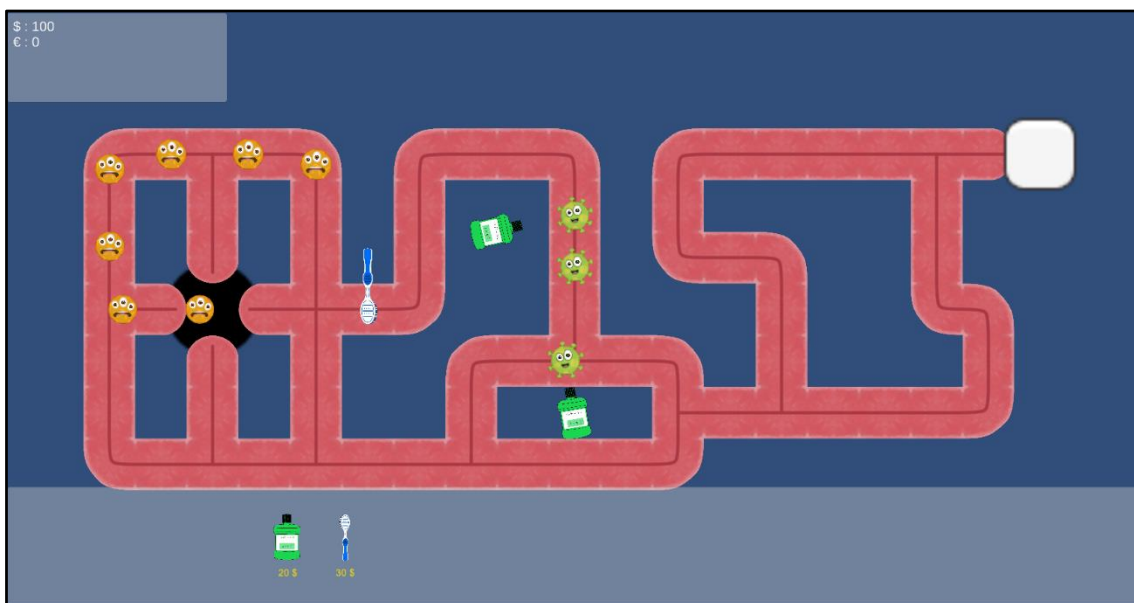
Slika 16: Oblikovanje preproste bakterije

Naslednji korak je bil izdelati elemente poti, ki jo ponazarja jezik, elementi pa so zaključek, ravni element, zavoje, razcep na tri smeri, razcep na štiri smeri in okrogel element (brez sosednjih polj, samostojna pot) (slika 17), ter dva stolpa, to sta zobna ščetka in ustna voda.

Iz teh elementov smo nato naredili nov prototip še brez uporabniškega vmesnika (slika 18), nastavke katerega pa smo si že pripravili, in sicer s pol prosojnimi površinami.



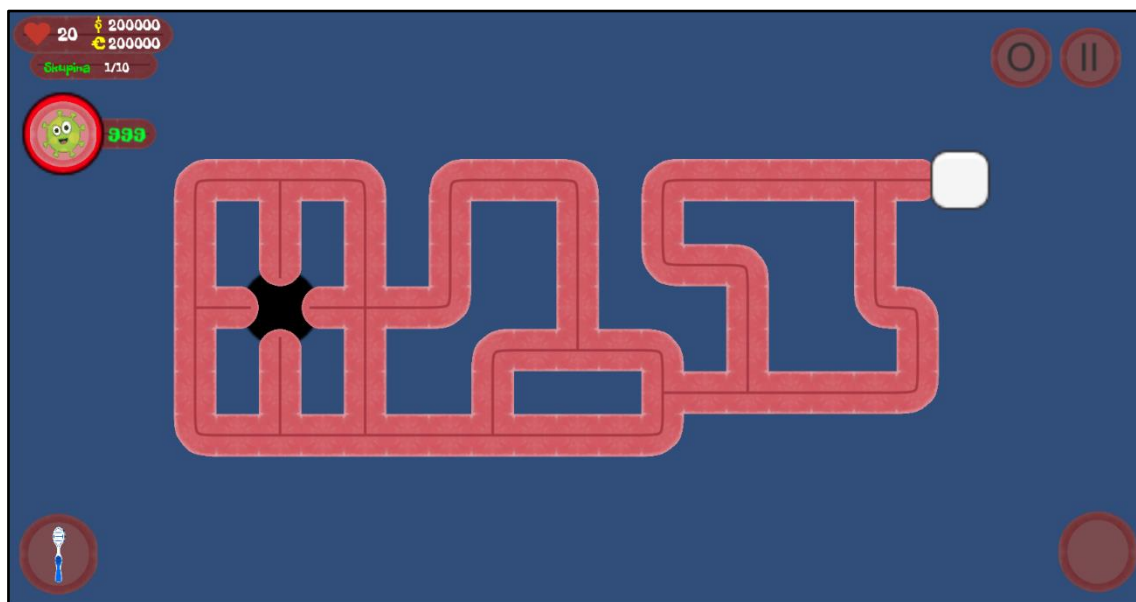
Slika 17: Elementi poti v videzu jezika¹³



Slika 18: Pripravljanje uporabniškega vmesnika s polprosojnimi površinami

¹³ Na sliki si od leve proti desni in od zgoraj navzdol sledijo zaključek poti, ravni element, zavojev, razcep na tri smeri, razcep na štiri smeri in okrogel element.

Pristop s polprosojnimi elementi se ni izkazal za primernega, zato smo tudi za uporabniški vmesnik uporabili slike jezika (slika 19).



Slika 19: Uporabniški vmesnik v ujemajočem videzu jezika

5.5 Implementacija

Že v začetku izdelave ogrodja smo opazili, da se število objektov, ustvarjenih z Unity, večja, zato smo, da bi izboljšali preglednost in obvladljivost samega projekta, uvedli hierarhijo datotek, v katere smo posamezne objekte shranjevali. Slike bakterij so hierarhično umeščene v **Objekti/slike/bakterije**, skripti so ločeni v mapi Skripti in nato razdeljene v mape, imenovane po scenah ali za skripte, ki se uporabljajo v več ali celo vseh scenah.

Pri sestavljanju ogrodja smo v igralni pogon dodali vse scene, ki smo jih določili v načrtu, in jih v enakem vrstnem redu tudi implementirali. Začeli smo s uvodno sceno, ki je za implementacijo zelo preprosta, saj vsebuje malo elementov in skriptov. Prav zaradi preprostosti je bila scena primerna za spoznavanje igralnega pogona Unity. S pomočjo urejevalnika, ki ga pogon ponuja, smo sceni dodali ozadje in naslov. Uporabniški vmesnik se je izrisal v polni velikosti slike (v našem primeru 1920 × 1080), območje igre pa je

prikazano bistveno manjše. Težavo smo rešili tako, da smo najprej ustvarili platno (ang. canvas), ki ima več načinov izrisa:

- **screen space – overlay**: privzeta nastavitvev za tiste elemente uporabniškega vmesnika, ki bodo vedno v ospredju igre, zaradi česar so izrisani v polni velikosti oziroma prikazani v drugem koordinatnem sistemu;
- **screen space – camera**: ta nastavitvev je podobna prejšnji, le da nam ponuja možnost nastavitve oddaljenost od kamere, kar omogoča izris menija pred ali za ostalimi objekti;
- **world space**: nastavitvev omogoča izris menija ali drugih uporabniških vmesnikov kot navaden objekt znotraj igre in se uporablja za prikaz računalniških ekranov ali drugih zaslonov.

```
void FixedUpdate()
{
    if (ustavi)
    {
        return;
    }

    switch (Tip)
    {
        case Tip_animacije_2D_objekta.Večaj_manjšaj: Večaj_manjšaj_objekt(); break;
        case Tip_animacije_2D_objekta.Zibanje: Zibaj_objekt(); break;
        case Tip_animacije_2D_objekta.Sukanje: Sukanje_objekta(); break;
        case Tip_animacije_2D_objekta.večaj: Večaj_objekt(); break;
        case Tip_animacije_2D_objekta.manjšaj: Manjšaj_objekt(); break;
        case Tip_animacije_2D_objekta.premik: Premakni_objekt(); break;
        default:break;
    }
}

private void Večaj_manjšaj_objekt()
{
    if (procent_povečave <= 0)
        return;

    float min = privzeta_velikost - (privzeta_velikost * procent_povečave / 100);
    float max = privzeta_velikost + (privzeta_velikost * procent_povečave / 100);

    if (!menjaj)
        velikost += (max - privzeta_velikost) * 4 * (Time.fixedDeltaTime / cas);
    else
        velikost -= (privzeta_velikost - min) * 4 * (Time.fixedDeltaTime / cas);

    if (velikost > max || velikost < min || velikost <= 0)
    {
        menjaj = !menjaj;
    }

    if (velikost + 0.002f > privzeta_velikost && privzeta_velikost > velikost - 0.002f)
        count_menjaj++;
}
```

```

if (count_menjav == 2)
{
    count_menjav = 0;
    if (Naslednja_ponovitev())
    {
        t.localScale = new Vector3(privzeta_velikost, privzeta_velikost, 1);
        return;
    }
}

t.localScale = new Vector3(velikost, velikost, 1);
}

private void Zibaj_objekt()
{
    if (rotacija >= kot || rotacija <= -kot)
        menjaj = !menjaj;

    if (rotacija + 0.001f > privzeta_velikost && privzeta_velikost > rotacija - 0.001f)
        count_menjav++;

    if (count_menjav == 2)
    {
        count_menjav = 0;
        if (Naslednja_ponovitev())
        {
            t.rotation = new Quaternion(0, 0, privzeta_rotacija,1);
            return;
        }
    }

    float premik = kot * 4f * Time.fixedDeltaTime / cas;

    if (!menjaj)
        premik *= -1;

    t.Rotate(0, 0, premik);
    rotacija += premik;
}

```

Slika 20: Koda za animacijo poljubnega objekta

Pretežno smo uporabljali platna v nastavitvi **screen space – camera**, saj v razvoju naše dvodimenzionalne igre meniji ne bodo njen sestavni del. Ko smo se seznanili s platnom, smo nadaljevali z nastavitvami in oblikovanjem naslova naše igre. S pomočjo urejevalnika smo izbrali pisavo in barvo, dodali pa smo tudi element za obrobo. Naslov je deloval preveč statičen, zato smo naredili tekstovno animacijo. Pri tem nismo uporabili v Unity vgrajenega urejevalnika za animacijo, temveč smo napisali preprost skript za animacijo poljubnega objekta. Skript omogoča več animacij, med katerimi lahko izbiramo, in če skripte kopičimo (dve isti skripti na enem objektu), jih lahko povežemo v eno animacijo. Med animacijami so večanje, manjšanje, zibanje in premikanje objekta, kar smo dosegli z različnimi parametri za nadziranje teh animacij (sliki 20 in 21). Sceno smo dokončali tako, da smo s pomočjo urejevalnika dodali dogodek, ki se sproži, ko se igralec dotakne zaslona in se pomakne na naslednjo sceno.



Slika 21: Oblikovanje naslova igre

Naslednja scena, ki smo se je lotili, je bila scena za upravljanje s profili. Tukaj smo se srečali s shranjevanjem in prikazom večje količine podatkov (uporabnikov) v omejenem prostoru. Pri tem je treba omeniti hierarhijo podatkov. Podatki so v Unity postavljeni v razmerju **oče : sin**, saj je pri spreminjanju translacij več objektov hkrati bolje spremeniti starša in s tem vplivati na sinove kot pa spremeniti vsakega sina posebej. To omogoča boljšo preglednost in učinkovitost ter lažje iskanje in upravljanje objektov znotraj skript. Za to sceno smo si najprej pripravili prostor, ki bo vseboval podatke uporabnikov. Naredili smo objekt, poimenovan **profili**, in mu dodali sliko. Unity nam omogoča prikaz večje količine podatkov znotraj manjšega prostora. Objektu **profili** smo dodali sina **maska**, ki ima komponento **maska**, objektu **maska** pa dodamo sina **nosilec_uporabnikov**. **Nosilec_uporabnikov** bo zaradi postavitve prikazan zgolj znotraj objekta **maska**, ne glede na lastno velikost. Določiti smo morali še urejanje in pregled uporabnikov znotraj tega prostora. Uporabili smo v urejevalniku ponujena elementa: drsnik kot komponento **maska** za premikanje objekta **nosilec_uporabnikov** ter **mrežno postavitev skupine** (ang. grid layout group) kot komponento objekta **nosilec_uporabnikov** za samostojno postavitev objektov, ki so dodani kot njegovi sinovi. Naša naloga je bila s pomočjo skripte dodati objekte s podatki uporabnikov. Ustvarili smo objekt **meni** in lastne dogodke, ki se sprožijo med zapiranjem menija in po

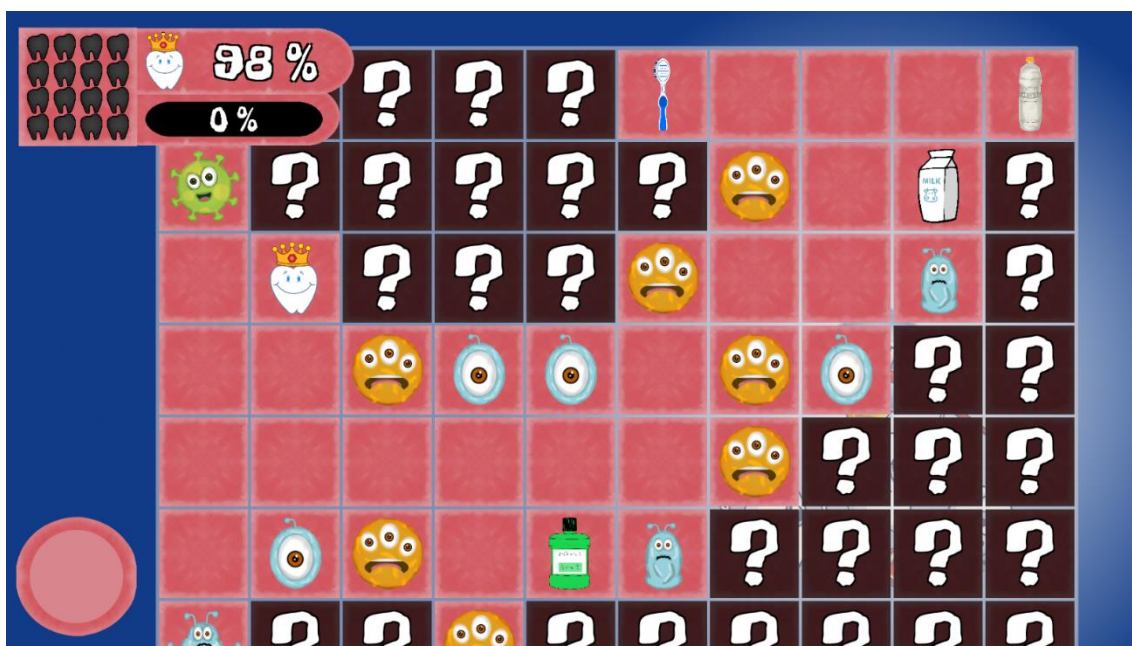
njegovem zaprtju (dodano za lažje nadziranje vrstnega reda dogodkov) (koda in slika eno polek drugega). Uporabili smo tudi spremenljivko, s katero smo lahko ostalim objektom onemogočili delovanje, dokler je bil meni aktiven.

Za shranjevanje podatkov smo najprej uporabili sistem za shranjevanje podatkov uporabnika, ki ga ponuja Unity, vendar smo ugotovili, da se pri tem pojavljajo težave. V času samega razvoja igre na računalniku je shranjevanje delovalo nemoteno in predvidevali smo, da zaradi možnosti, ki jih Unity ponuja, delujejo tudi na drugih platformah. Naše predvidevanje je bilo napačno: ko smo naredili vmesni test, kako igra deluje na mobilni napravi, smo ugotovili, da se podatki na napravi niso shranjevali. Našo težavo smo preverili tudi v spletnih virih in odkrili, da je shranjevanje **playerprefab** na mobilnih napravah pogosto nedelujoče, prav tako pa tudi počasno. Zaradi tega smo izdelali lasten sistem za shranjevanje v datoteko. Ta sistem je zelo preprost. V sceno **Upravljanje z uporabniki** je bil dodan še objekt **čin**. Gre za element, ki predstavlja dodatno motivacijo za igralca, saj kaže njegov napredek. V igri je **čin** predstavljena v dveh fazah. V prvi fazi igralec zbira majhne zobe različnih vrednosti: začne se s samimi črnimi (umazanimi) zobmi, s katerih se postopoma odstranjuje barva (obloga) do belega, ko imamo štiri bele zobe, se ti združijo v bronastega, nato srebrnega, zlatega in na koncu diamantnega. Ko uporabnik zapolni ves prostor (razdeljen na 16 celic, 4 × 4 celice) z diamantnimi zobmi, nastopi druga faza. V drugi fazi se zbirajo veliki zobje, ki se prav tako gibljejo skozi ista stanja vrednosti, vsak diamantni zob pa se zabeleži s številko ob njem. V preprosti in osnovni težavnosti igre so to neke vrste »statusni simboli« oziroma znak napredka in kakovosti igranja. Zbiraje **činov** v igro vnaša tudi socialno komponento, saj se lahko igralci med seboj primerjajo in tekmujejo.

Ko uporabnik izbere svoj profil, se zgodi prehod na eno izmed treh scen, odvisno od izbire težavnosti. Prehod se zgodi s pomočjo skriptnega objekta, ki nosi podatke trenutnega uporabnika in tako predstavlja dodaten nivo abstrakcije, saj naredi sceno za upravljanje z uporabniki povsem neodvisno od njej sledeče scene. Nadaljnje scene zato delujejo, četudi vstavimo lažnega oziroma testnega uporabnika, za testiranje želene

scene tako ni potreben prehodov iz **Uvodne scene**. Enak način smo uporabili pri vseh scenah.

Prva izmed treh scen težavnosti je scena **Preprosta**. Namenjena je za najmlajše in najmanj izkušene uporabnike v igranju iger. Zaradi tega smo že samo izbiro stopenj preoblikovali v preprosto igro s hitrimi stimulacijami. Najprej smo pripravili dva uporabniška vmesnika. Prvi je postavljen v zgornji levi kot zaslona in je namenjen zgolj za prikaz stanja **čina**, delež napredka do naslednjega mejnika **čina** ter vrednosti za omejitev količine igranja, ki je predstavljena s sliko zoba in deležem oziroma številčno vrednostjo za ponazarjanje življenja, ki je, kot smo že večkrat omenili, poimenovana **zdravje zob**. Drugi uporabniški vmesnik, postavljen v spodnji levi kot zaslona, pa predstavlja orodno vrstico, s pomočjo katere uporabnik dostopa do pripomočkov. Pripomočke pa pridobi pri igranju te »mini igre«. Igra, za katero bi lahko rekli, da je do neke mere podobna igri Minolovec, od uporabnika zahteva, da poljubno odkriva zakrita polja, ki se mu prikažejo na zaslonu, kot kaže slika 22. Uporabnik se dotakne zakritega polja in ga v zameno za določeno vrednost **zdravja zob** (ta se ob vsakem dotiku zniža) razkrije.



Slika 22: Igra za izbiro stopnje v preprosti težavnosti

Odkrito polje lahko vsebuje prazno polje, pozitivni, negativni objekt ali bakterijo in vsako od teh polj ima svoj lasten učinek. Uporabnik lahko ima hkrati aktiven samo en pozitiven učinek. Prazno polje razkrije vsa stična prazna polja in njihove sosede. Polje, ponazorjeno z bakterijo, pa povzroči prehod v novo sceno, kjer se odvija glavni del igre, to je scena **Obramba stolpov**. Scena **Preprosta** pa prejme rezultat stopnje in se glede na rezultat nadaljuje. Uporabnik lahko v boju proti bakterijam zgubi do 10 % **zdravja zob**, delež je odvisen od tega, kako dobro je igralec zob zaščiti znotraj stopnje. V primeru, da uporabnik premaga bakterije, se odkrijejo sosednja polja in bakterija izgine z odkritega polja. V nasprotnem primeru pa bakterija ostane, njena moč je zmanjšana za 25 %, sosednja polja pa ostanejo zakrita. Prehod v naslednjo sceno **Obramba stolpov** se prepreči samo z uporabo pripomočka, ki lahko bakterijo uniči. Videz in učinek pozitivnih in negativnih objektov lahko vidimo v preglednici 4.

Cilj igre je najti **Veliki zob**, ki igralcu prinese veliko točk za napredovanje v **činu** in prehod na nov nivo. Prehodi med nivoji se beležijo in vsakih pet nivojev uporabnik prejme nov stolp in novo bakterijo, dokler ni uporabniku omogočena uporaba vseh stolpov. Vsakih 10 nivojev se poveča tudi možnost, da bo igralec izmed pozitivnih objektov prejel zlato jabolko. Prav tako so prehodi med nivoji uporabljeni za vmesna poučna sporočila, ki se pokažejo vsako peto stopnjo ali kadar pade vrednost **zdravja zob** pod 25 % ali kadar uporabnik izgubi boj proti bakterijam znotraj stopnje. V tej sceni smo za lažje dojetje pridobivanja in spreminjanja stanja točk dodali objekt, ki ob prejemu točk izpiše vrednost in jo od polja, kjer so bile pridobljene, pošlje na zanj primerno mesto (v **zdravje zob** ali vrednost **čina**). Dodali smo tudi animirano besedilo, ki se večja in manjša in se prikaže v trenutku, ko se igralec dotakne **Velikega zoba**. Za prehod v sceno **Obramba stolpov** uporabimo skriptni objekt, ki vsebuje ime scene, v katero se mora vrniti, nivo stopnje in njeno težavnost. Sama stopnja je preprosta, saj ima samo eno valuto za postavljanje in nadgradnjo stolpov.

Preglednica 4: Videz in učinek pozitivnih in negativnih objektov

| NAZIV | UČINEK |
|-------------------------------|--|
| Jabolko | Užitje jabolka bakterije treh dotaknjenih polj oslabi za 25 %. |
| Mleko | Ob uporabi mleka naslednja dva dotika polja oslabita bakterije izbranega polja in sosednjih polj za 25 %. |
| Ustna voda | Omogoča, da se ob naslednjem dotiku zakritega polja vrednost zdravja zob ne zmanjša (tudi ob dotiku negativnega objekta), razkrije pa dvakrat večjo območje polj (razen v primeru izbrane bakterije in poraza v sceni stopnja). |
| Ščetka | Uporabnik si ščetka zobe in zato so bakterije na naslednjem dotaknjenem polju in njegovi sosedi oslabiljene za 60 %. |
| Odstrani bakterijo | Posebna moč, ki z dotaknjenega polja odstrani bakterijo, pridobi tudi 5 % vrednosti čina za zmago nad bakterijo. |
| Zlato jabolko | Najredkejši pozitivni objekt in ko ga uporabnik poje, razkrije vsa polja in odstrani vse bakterije, vključno z negativnimi objekti (uporabnik se mora dotakniti vseh pozitivnih objektov, preden napreduje v naslednji nivo). |
| Bel zobek | Uporabnik pridobi 50 točk za čin . |
| Nabor belih zobkov | Uporabnik pridobi 100 točk za čin . |
| Nabor različnih zobkov | Uporabnik pridobi 250 točk za čin . |
| Diamantni zobek | Uporabnik pridobi 500 točk za čin in 5 % zdravja zob . |
| Veliki zob | Uporabnik pridobi 1000 točk in igra preide v nov nivo (polja se zakrijejo in se na novo določijo). |
| Sladkor | Naslednje tri bakterije bodo 25 % močnejše. |
| Kis | Naslednji bakteriji in vse sosednje bodo 25 % močnejše. |
| Čokolada | Naslednja bakterija bo 50 % močnejša. |
| Črni zobek | Uporabnik izgubi 2 % zdravja zob . |
| Nabor črnih zobkov | Uporabnik izgubi 5 % zdravja zob . |

Naslednja izmed treh scen težavnosti je **osnovna** težavnost. Ta scena je narejena in prirejena tako za drugo kot za tretjo težavnost. Za prikaz **čina** in stanja **zdravja zob** smo uporabili del uporabniškega vmesnika preproste težavnosti. V tej težavnosti pa znotraj izbire stopnje ni orodne vrstice. Uporaba objektov (jabolko in mleko) pa se delno premesti v samo stopnjo. Izbira stopnje je ponazorjena podobno kot v drugih popularnih igrah obramba stolpov. Prikazana je, kot smo omenili že v poglavju 5.3.2 *Scene težavnosti*, kot pot v obliki grafa, katerega vozlišča so posamezne stopnje. Uporabili smo gradnike za gradnjo poti stopnje in spisali algoritem za generiranje naključno oteženega grafa. V začetku prikažemo samo začetno vozlišče in nekaj naslednjih vozlišč, iz katerih nato postopoma, glede na napredovanje v igri, sestavljamo graf. Stopnje so označene s števili in večja kot je številka, težja je stopnja. Uporabnik z reševanjem teh stopenj raziskuje/izrisuje preostali del grafa. Cilj nasprotnika je enak kot v igri za izbiro stopenj preproste težavnosti, to je poiskati **Veliki zob**. Grafi imajo več možnih poti do cilja, kar omogoča, da se lahko uporabnik težjim stopnjam izmakne, imajo pa tudi slepe poti, ki sicer ne vodijo do cilja, vendar se na njih nahajajo pozitivni objekti. Vgrajeni so tudi negativni objekti, ki so postavljeni na daljših lažjih poteh, uporabnik mora tako premisliti, ali se je smiselno odločiti za lažjo, a daljšo pot, saj je lahko bolj nevarna oziroma bolj škodi vrednosti **zdravja zob** kot težja pot. Omejitev igranja je enaka preprosti težavnosti. Vsaka izbira stopnje vzame določeno vrednost **zdravju zob** in vsaka stopnja lahko to vrednost zmanjša še za dodatnih 10 %. Prehod v sceno **Obramba stolpov** je povsem enak kot v preprosti težavnosti. Spremeni pa se tudi sama scena **Obrambe stolpov**, saj ji je, kot smo že omenili, dodana nova valuta, in sicer valuta **dobrih bakterij**, ki je redkejša, namenjena pa je nadgradnji stolpov. Tudi valuto za postavljanje stolpov, torej **zobke**, je težje dobiti kot v preprosti težavnosti. Težavnost je povečana tudi tako, da lahko stolpe znotraj scene stopnja prodamo samo za **zobke**.

Najtežja težavnost, torej napredna težavnost, nas najprej popelje v novo sceno, to je **Zobno mesto**. Tukaj mora uporabnik sam odklepati stolpe in jih nadgrajevati. Uporabniški vmesnik je razširjen in zraven **čina** in **zdravja zob** kaže tudi dobiček v obeh valutah, tako **zobkih** kot **dobrih bakterijah**, ki jih uporabljamo v stopnjah. Dobiček v tej

sceni predstavlja seštevek ostanka finančnih virov, ki je uporabniku ostal po vsaki premagani stopnji, k temu seštevk pa je dodan tudi finančni dodatek, ki se izračuna glede na težo stopnje. Mesto vsebuje središčno stavbo in več podpornih stavb, ki imajo fiksno pozicijo na zaslonu. Uporabnik začne s središčno stavbo, ki lahko gradi ostale in jih nadgrajuje. Ostale stavbe pa so namenjene pomoči uporabniku za boj proti bakterijam, predstavljene v preglednici 5.

Preglednica 5: Stavbe in njihova funkcija v Zobnem mestu

| NAZIV | OPIS |
|----------------------------|--|
| Raziskovalna stavba | Raziskuje nove tehnologije za boj proti bakterijam. Odklepa stolpe, proučuje bakterije ter posebne učinke za stolpe. |
| Banka | Določa količino virov, ki je na voljo na začetku stopnje in ki jo lahko uporabnik hrani v svojem mestu. |
| Stavba pustolovščin | Daje naloge, ob izpolnitvi katerih igralec prejme točke za napredovanje v višji čin . |
| Rudnik | Koplje po ustni votlini in išče zobke , ki jih daje uporabniku v določenem časovnem intervalu. |
| Sprejemnica | Išče in sprejema dobre bakterije , ki bi se igralcu pridružile. |
| Inženirski stolp | Omogoča nadgradnjo stolpov in učinkov. |

Nadgradnja stavb je omejena z zahtevo po določeni višini vrednosti **čina**. Tako mora uporabnik premagovati stopnje, izpolnjevati naloge stavbe pustolovščin ter zaključevati nivoje, da pridobi točke za napredovanje v **činu** in si omogoči dodatne nadgradnje. Izbira stopnje je zelo podobna izbiri stopnje v osnovni težavnosti. Razlikujeta pa se v grafu in v tem, da ima napredna težavnost dodana dva nova elementa, in sicer ključe in ključavnice. Graf je narejen tako, da se pot grafa na določenih mestih poveže v eno vozlišče, ki predstavlja težjo stopnjo, in od tod naprej, tako se uporabnik ne more izmakniti težjim stopnjam. Težavnost pa je povečana tudi tako, da so stopnje zaklenjene in mora uporabnik, da jih odklene, najti ključe.

Ostala je samo še ena za uporabnika pomembna scena in to je **Obramba stolpov**. Scena podatke pridobi iz skriptnega objekta, zato lahko tako kot ostale scene deluje neodvisno od njih, prav tako pa skriptni objekt določi način oblikovanja stopnje odvisno od izbrane težavnosti. Sestoji pa iz naslednjih delov: poti, stolpov, bakterij in uporabniškega vmesnika. Naprej bomo predstavili posamezne dele in nato posebnosti same scene. Bakterije, kot omenjeno že v načrtu, vsebujejo veliko podatkov in lastnosti, ki se uporabljajo za izračun prejete škode in njihovega vedenja. Za delovanje potrebujejo tudi graf poti, po katerem se bodo premikale, in podatek o njihovem vedenju. Podatek o vedenju bakterije je predstavljen s skriptnimi objekti, ki se dedujejo od skupnega skriptnega objekta **vedenje**. Tako lahko v urejevalniku pogona Unity izdelamo različne bakterije in jim določimo različno vedenje. Izdelali smo več vedenj, kot na primer razdelitev večje bakterije na več manjših, ko ji zmanjka življenja, ali neenakomerno pospešeno gibanje, celjene drugih bakterij v določenem območju itn. Določimo lahko, kaj se zgodi, ko bakterija izgubi vse življenjske točke, njeno gibanje in intervalne dogodke ob vstopu v samo stopnjo ali kot odziv na spremembo lastnosti. Vsaka bakterija ima v urejevalniku tudi tekstovno polje, v katerega se vpiše njen opis za prikaz v igri. Posebnost pri bakterijah je uporaba tehnike **kopičenje objektov** (ang. object pooling) za optimizacijo, ki se uporablja v primerih, kjer se ustvarja veliko enakih objektov (slika 23).

Izdelati nov objekt in nato njegovo uničenje je časovno zahtevnejše kot pouporaba obstoječega objekta. Zato smo pri ustvarjanju bakterij v igri premagan tip bakterije označili za neaktivnega, ko pa smo ga ponovno potrebovali, smo ga postavili na začetek stopnje, ponastavili njegove vrednosti ali jih po potrebi priredili ter ga ponovno aktivirali. Omenili smo že, da imajo lahko bakterije priljubljeno smer gibanja, po kateri se bodo premikale, ko bodo prišle do vozlišča. Scena **Obramba stolpov** vsebuje zgolj referenco na seznam bakterij, ki jo podaja stolpom. Stolpi se dodajajo s pomočjo uporabniškega vmesnika in za svoje delovanje potrebujejo zgolj lokacije bakterij. Pri postavljanju stolpa je pomembno, ali se postavi na pot ali ob njo, saj je od tega odvisen doseg napada stolpa. Kam bo stolp postavljen, je odvisno od vrste bakterije in uporabnikove odločitve. Pot se naloži na začetku scene. Ima enega ali več začetkov oziroma vhodov, iz katerih prihajajo

nasprotniki, in enega ali več ciljev oziroma izhodov, ki jih mora uporabnik zaščititi. Pot nosi podatke grafa, ki jih poda bakterijam, da vedo, kako se premikati, v primeru, da se na poti pojavijo pozitivni ali negativni objekti, se graf priredi, in sicer tako, da objekt predstavi kot novo vozlišče, saj lahko to vpliva na pot, ki jo bo bakterija izbrala.

```
using System;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Čakalna_vrsta<T,E>
{
    private Dictionary<T, List<E>> Que;

    public int St { get { return Que.Count; } }

    public List<E> this[T kljuc]
    {
        get { return Que[kljuc]; }
    }

    public Čakalna_vrsta()
    {
        Que = new Dictionary<T, List<E>>();
    }

    public bool Ustvari(T ključ, E obj)
    {
        if (ključ == null || Que.ContainsKey(ključ))
            return false;

        Que.Add(ključ, new List<E>());

        return true;
    }

    public bool Ustvari_Napolni(T ključ, E[] obj)
    {
        if (ključ == null || obj == null)
            return false;

        if (!Que.ContainsKey(ključ))
        {
            Que.Add(ključ, new List<E>());
            Que[ključ].AddRange(obj);
        }

        else
            Que[ključ].AddRange(obj);

        return true;
    }

    public bool Ustvari_Napolni(T ključ, E obj)
    {
        if (ključ == null || obj == null)
            return false;

        if (!Que.ContainsKey(ključ))
        {
            Que.Add(ključ, new List<E>());
            Que[ključ].Add(obj);
        }

        else
            Que[ključ].Add(obj);

        return true;
    }

    public E Pridobi_objekt(T ključ)
    {
        int st = Que[ključ].Count;
        E g = default(E);

        if (st > 0)
        {
            g = Que[ključ][st - 1];
            Que[ključ].RemoveAt(st - 1);
        }

        return g;
    }

    public void Dodaj_v_vrsto(T ključ, E go)
    {
        Que[ključ].Add(go);
    }

    public void Dodaj_v_vrsto(T ključ, E[] go)
    {
        Que[ključ].AddRange(go);
    }

    public bool Obstaja(T ključ)
    {
        if (Que.ContainsKey(ključ))
            return true;
        return false;
    }
}
```

Slika 23: Prikaz tehnike kopičenje objektov v kodi

Za uporabnika najpomembnejši je seveda uporabniški vmesnik, saj brez njega ne more nadzirati oziroma igrati igre. Sestavljen je iz več delov. V levem kotu se nahajata izpis stanja uporabnika (življenje in finančni viri, odvisni od težavnosti) in podatek o valovih. Osnovni prikaz uporabniškega vmesnika za spremljanje valov nasprotnikov vsebuje sliko bakterije trenutnega vala, število bakterij v tem valu in čas do naslednjega vala, prikazan

z rdečo obrobo okoli slike. Uporabnik se lahko osnovnega prikaza vmesnika dotakne in prikažejo se podatki za naslednjih pet valov. Ponovni dotik postavi uporabniški vmesnik v privzeto, osnovno stanje. V spodnjem levem kotu se nahaja meni za postavljanje stolpov. Prav tako kot prikaz valov ima tudi prikaz stolpov osnovno in razširjeno stanje. V osnovnem stanju prikazuje sliko stolpa in število, koliko teh stolpov lahko uporabnik postavi s trenutnimi viri (maksimalen prikaz je 9+), v razširjenem pa omogoča izbiro stolpa ali pozitivnega objekta. Ko uporabnik izbere stolp v razširjenem prikazu, se meni povrne v prvotno, osnovno stanje. Zgoraj desno imamo gumba za premor in izhod iz stopnje. Premor zaustavi igro in čez zaslon izpiše poučno sporočilo. Izhod pa zapusti stopnjo in v odvisnosti od časa dojema stopnjo kot neveljavno, če je uporabnik zapustil stopnjo pred začetkom prvega vala, ali kot izgubljeno, v tem primeru uporabnik izgubi delež **zdravja zob**. Do sedaj omenjeni uporabniški vmesniki so ves čas prisotni na zaslonu, nekaj pa je tudi takšnih, ki so vidni samo v določenih pogojih. Eden izmed teh se pojavi samo, ko se igralec dotakne že izbranega stolpa, kar mu omogoči prodajo tega stolpa (za polovično vrednost, polno le v primeru, da stolp še ni sprožil prvega napada), njegovo nadgradnjo ter izbiro in nato nadgradnjo učinka stolpovega napada (najprej učinek kupimo, nato pa ga z istim gumbom nadgrajujemo). Drug tak vmesnik je prikaz življenja bakterije, ki se pojavi, ko bakterija prejme škodo. Oblikovan je kot niz treh raznobarnih trakov, postavljenih eden vrh drugega, ki ponazarjajo spreminjajoče se vrednosti za:

- izgubljeno življenje – rdeče barvan sloj, postavljen najnižje;
- količino življenja – zeleno obarvan sloj, postavljen na sredino;
- vrednost ščita – modro obarvan sloj, postavljen najvišje.

V sceni **Obramba stolpov** se pozitivni objekti uporabljajo drugače kot v scenah težavnosti. Postavijo se namreč na pot in bakterijam predstavljajo oviro, ki jo je treba uničiti, da lahko nadaljujejo proti cilju – zaenkrat zdravemu **Velikemu zobu**. Če obstaja druga pot, je možno, da se bodo bakterije oviri izmaknile. Pozitivni objekti se povežejo z grafom poti, bakterije tako vedo, kje so, in se lahko temu primerno odločajo. Stolpi iščejo

najbližjo bakterijo in se, čim se ta pojavi v njihovem dosegu, aktivirajo. Bakterije so sprogramirane tako, da se zmeraj premikajo naprej proti svojemu cilju, na tej poti pa prejemajo škodo napadov in učinkov stolpa. Ko bakteriji zmanjka življenjskih točk, se pretvori v dobro bakterijo (zamenja se slika) in postane valuta (v preprosti težavnosti **zobek**, v osnovni in napredni težavnosti pa **dobra bakterija**). Prištevanje **zobkov** se prikaže na enak način kot v igri za izbiranje stopenj v preprosti težavnosti, prištevanje **dobrih bakterij** pa namesto številske vrednosti premesti sliko dobre bakterije na mesto za njen izpis. Če bakteriji uspe priti do cilja – **Velikega zoba**, ga začne v zameno za lastno življenje, napadati. V primeru, da bakteriji na tak način zmanjka življenja, se ta ne pretvori v **dobro bakterijo**, zato tudi ne postane finančni vir, temveč zgolj izgine. Ta proces se ponavlja, dokler niso vsi cilji uničeni oziroma dokler igralec ne premaga vseh valov bakterij. Ko je kateri izmed teh pogojev izpolnjen, se na zaslonu izpiše sporočilo o stanju igre, scena pa preide v sceno težavnosti.

Ko smo izdelali igro, smo morali določiti primerno število stopenj. Uporabniku želimo omogočiti igro, ki se ne konča, zato pa moramo ponuditi čim večje število stopenj. Tako smo implementirali še menijsko sceno, v kateri s pomočjo uporabniškega vmesnika ustvarimo stopnjo, jo poimenujemo, določimo valove bakterij, priljubljene smeri, začetek vala in s pomočjo uporabe sekundarne kamere prikažemo predogled poti, in še sceno za izdelavo poti. V izdelovalcu poti lahko določamo velikost igralne površine, začetke, cilje, pozitivne in negativne objekte. Nato podatke shranimo, da jih lahko v sami igri uporabimo. Pri shranjevanju smo se odločili, da bomo naredili določene optimizacije. Podatke smo poskusili strniti v čim manjšo količino. Tako smo pot strnili v sklop bitnih vrednosti in podali dve informaciji v en byte, kakor je razvidno s kode spodaj. Kljub strnjenim podatkom smo izračunali, da se zaradi preprostosti podatkov igre, tehnološkega napredka in prostora v mobilnih napravah optimizacija praktično ne opazi, v drugih okoliščinah pa je takšen pristop vsekakor učinkovit.

5.6 Testiranje

Preizkušanje je potekalo sprotno z razvojem igre. Pri tem smo izkoristili modularnost igre, saj smo lahko v ločenih okoljih testirali najrazličnejše primere. S takšnim pristopom smo hitro in preprosto odkrivali težave. Težave so velikokrat nastale zaradi nepoznavanja okolja ali pa zavajajočih podatkov na spletu, kar je povzročilo napačno zaporedje dogodkov, napačne translacije objektov in njihovo nenavadno obnašanje.

Sprotnemu preizkušanju pa je sledilo preizkušanje igre z igranjem. V tem koraku je bil namen preveriti, kaj vse je treba narediti, katere poteze izvesti, da igro pripeljejo do nepravilnega delovanja. Poleg drugih manjših nevšečnosti smo ugotovili naslednje:

- stolpu, ki smo ga želeli kupiti, se je cena spremenila, ovrednoten je bil s ceno drugega stolpa;
- izbiro stopenj smo z dotikom nanjo lahko premaknili v tak položaj, iz katerega je več nismo dobili nazaj;
- pozitivne objekte je bilo mogoče uporabiti na tak način, da je bila bakterijam pot do cilja onemogočena.

V igri se verjetno skrivajo še kakšne druge nevšečnosti, ki pa jih zaenkrat še nismo odkrili. Smiselno bi bilo, da bi igro preizkusila še skupina zunanjih preizkuševalcev starostnega obdobja med pet in 19 let. Na tak način bi odkrili nam zakrite nevšečnosti, pridobili pa tudi njihovo mnenje o igri in njeni igrivosti, kar bi lahko uporabili za morebitne izboljšave.

6 SKLEP

V pričujočem magistrskem delu smo predstavili razvoj digitalne igre *ZoboBran* od prepoznavne potrebe v realnem svetu do testiranja končnega izdelka. Na podlagi pregleda literature smo se odločili, da naredimo resno igro za promocijo zdravja ustne votline. Ciljna skupina uporabnikov so otroci starostnega obdobja od pet do 19 let, saj se je izkazalo (po literaturi), da je to obdobje, kar se tiče zdravja zob, rizično – velik delež otrok oboleva s kariesom, kar je posledica neredne in neustrezne nege ustne votline, ki izhaja iz slabe poučenosti otrok o pomembnostih ščetkanja zob, uporabe različnih pripomočkov, vplivu hrane na zobe. Naša igra je narejena z namenom, da bi uporabnike spodbudila k ščetkanju zob (povezana je tudi z zunanjo napravo, zobno ščetko), hkrati pa jih poučila o pomembnosti ustne higijene, o pripomočkih za nego ustne votline, o ustrezni prehrani itd.

Odločili smo se za dvodimenzionalno igro za mobilne naprave, ki izhaja iz značilnosti žanra obramba stolpov. Igro smo razvijali v igralnem pogonu Unity, pri tem je naše delo potekalo scensko, posamezni deli igre so samostojne neodvisne enote, med seboj povezane s pomočjo skriptnih objektov. Objekte, ki smo jih v igri uporabili (slike bakterij, pripomočki za ustno higieno itd.), smo izdelali v programu Gimp.

Igra sestoji iz devetih scen, sedmih, ki so pomembne za uporabnika, in dveh, namenjenih razvijalcu igre. V uvodni sceni se uporabniku prikaže naslov igre. V sceni za upravljanje z uporabniki je mogoče izbirati med profili, ki nosijo informacije o uporabniku, izbrani težavnosti, vrednosti zdravje zob in činu, namenjena pa je za shranjevanje, nalaganje in prikaz podatkov. Uporabnik lahko nato izbira med tremi težavnostmi: preprosto, osnovno in napredno. Znotraj preproste težavnosti se stopnje izbira znotraj mini igre, ki od igralca zahteva odkrivanje zakritih polj, vsebujočih objekte, ki igralcu pomagajo ali ga ovirajo na poti do zmage, dokler ne najde zmagovalnega Velikega zoba. Prehod v sceno

Obramba stolpov mu omogoča polje z bakterijo. V naslednji, osnovni težavnosti je izbira stopnje vezana na pot v obliki grafa, vozlišča katerega so prehodi v stopnje, na tej poti do Velikega zoba (na koncu grafa) lahko uporabnik prejme pozitivne ali negativne objekte. Napredna težavnost ima pred izbiro stopenj, narejeno na enak način kot v osnovni težavnosti z dodanim zaklepanjem stopenj, sceno Zobno mesto, kjer uporabnik odklepa nove stolpe in jih lahko tudi nadgrajuje. Glavni del igre je scena Obramba stolpov, pot, po kateri se v valovih pomikajo bakterije, da bi uničile zobe, uporabnikova naloga pa je, da jim to z ustrezno postavitvijo stolpov (pripomočkov za nego ustne votline) prepreči. To sceno uporabljajo vse težavnosti, pri čemer ima preprosta težavnost zgolj valuto zobke za nakup in nadgradnjo stolpov, v osnovni je dodana valuta dobre bakterije za nadgradnjo stolpov znotraj igre, v napredni pa se poleg tega preostali viri iz stopnje dodajo k virom v Zobnem mestu. Stolpi se delijo glede na doseg in učinek svojega napada, pri čemer se učinek lahko kopiči. Bakterije imajo določeno hitrost, priljubljeno smer premikanja, moč, oklep, ščit, izmikanje, regeneracijo, odpornost proti določenim spremembam lastnosti in hierarhijo (npr. vodja). Tem scenam pa sledita še sceni meni in izdelava poti, pri čemer v menijski sceni razvijalec upravlja s stopnjami, potmi, valovi, izdelava poti pa zajema mrežo, na katero lahko razvijalec igre postavlja objekte s seznama vseh objektov in sestavlja pot.

Modularno zasnovan razvoj igre je omogočal, da smo posamezne dele igre lahko testirali sproti v ločenih okoljih in lažje zaznali napake oziroma nevšečnosti, ki bi igralca motile pri igranju igre. V načrtu pa je še testiranje celotne igre na zunanjih preizkuševalcih ciljne starostne skupine, ki bodo najlažje ovrednotili naše delo. Naše delo z igro pa še ni zaključeno. Dopušča namreč možnost za izboljšave. V prihodnje nameravamo izboljšati sistem za shranjevanje in omogočiti avtomatsko generiranje stopenj. Prav tako želimo v igro vključiti več raznolikih stolpov, bakterij in drugih pozitivnih in negativnih objektov ter jih opremiti s poučnimi vsebinami. Porodila se nam je tudi ideja o povezavi igre s spletom. Trenutno se otrokovo ščetkanje zob nadzira s pomočjo zunanje naprave, to je zobne ščetke, tako pa bi bil nadzor nad ščetkanjem omogočen tudi staršem in morebiti tudi zobozdravnikom.

VIRI IN LITERATURA

1. Abt, C. C. *Serious Games*. London, Lanham: University Press of America, 1987.
2. SAZU in Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. *Slovar slovenskega knjižnega jezika*. Ljubljana: Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, 2004.
3. Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33 (2002), 4, str. 441–467.
4. Prensky, M. *Digital Game-Based Learning*. ZDA: McGraw-Hill, 2001.
5. *Wikipedia*. List of Video Game Genres. Dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_video_game_genres [30. 5. 2019].
6. Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P., Rampnoux, O. Origins of Serious Games. V: Ma, M., Oikonomu, A., Jain, L. C. (ur.). *Serious Games and Edutainment Applications*. London: Springer-Verlag, 2011, str. 25–43.
7. Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P. Classifying Serious Games: the G/P/S model. V: Patric, F. (ur.). *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*. Hershey: IGI Global, 2011, str. 118–136. Dostopno na: <https://pdfs.semanticscholar.org/4994/0d0ff9081456e9ee51f07522b71d58cab639.pdf> [30. 5. 2019].
8. Alvarez, J., Michaud, L. *Serious games: Advergaming, edugaming, training and more*. Montpellier Cedex: IDATE, 2008.
9. Michael, D., Chen, S. *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Boston: Thomson Course Technology PTR, 2006.
10. Rivera, M. Is Digital Game-Based Learning The Future Of Learning? *eLearning Industry: Game-Based Learning*. 3. 8. 2016. Dostopno na: <https://elearningindustry.com/digital-game-based-learning-future> [30. 5. 2019].

11. Oblinger, D. G. Games and Learning. *Educase Review*, 1. 1. 2006. Dostopno na: <https://er.educause.edu/articles/2006/1/games-and-learning> [30. 5. 2019].
12. Marentič Požarnik, B. *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 2000.
13. Bizjak, C. *Vsako učenje je samouravnilno – kakšna je potemtakem vloga pedagoških delavcev*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2012. Dostopno na: http://www.zrss.si/projektiess/skladisce/pkp/podprojekt3/%C4%8Clanki/U%C4%8Denje%20u%C4%8Denja/bizjak_vsako%20u%C4%8Denje%20je%20avtoregulativno.docx [30. 5. 2019].
14. Bregant, T. Nevrofiziološke osnove učinkovitega učenja otrok in mladostnikov – za učitelje, ki si želijo in upajo biti učenci. V: Nolimaj, F. *Fleksibilni predmetnik in aktualni izzivi osnovne šole*. Ljubljana: ZRSŠ, 2011.
15. *Slovenistika*. Psihologija za učitelje. 2008. Dostopno na: <https://slovenistika.files.wordpress.com/2008/05/psihologija-za-ucitelje.doc> [30. 5. 2019].
16. Breuer, J., Bente, G. Why so serious? On the Relation of Serious Games and Learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4 (2010), 1, str. 7–24.
17. Martens, A., Diener, H., Malo, S. Game-Based Learning with Computers: Learning, Simulations, and Games. V Pan, Z., Cheok, A., Müller, W., Rhalibi, A. (ur.). *Transactions on Edutainment I*, 5080 (2008), str. 172–190.
18. Ulicsak, M., Wright, M. *Computer games and learning*. Bristol: Futurelab, 2010.
19. Šalamun, V. Laparoskopija: neposreden pogled v trebušno votlino. *Vita: Ginekologija, Laparoskopija*, 70 (2009). Dostopno na: https://www.revija-vita.com/iskanje/2/Ginekologija_Laparoskopija [30. 5. 2019].
20. Rosser, J. C. Jr., Lynch, P. J., Haskamp, L. A., Yalif, A., Gentile, D. A., Giammaria, L. Are Video Game Players Better at Laparoscopic Better at Laparoscopic Surgical Tasks? Predstavitev na konferenci. *Medicine Meets Virtual Reality Conference*, Newport Beach, 2004. Dostopno na: http://www.seca.ch/sec/files/newsletter/pdf-news258/MMVRC_Jan_20_MediaVersion.pdf [30. 5. 2019].
21. Jalink, M. B., Goris, J., Heineman, E., Pierie, J. P. E. N., Hoedemaker, H. O. C. The effects of video games on laparoscopic simulator skills. *The American Journal of*

- Surgery*, 208 (2014), 1, str. 151–156. Dostopno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002961014001421> [30. 5. 2019].
22. Adams, B. J., Margaron, F., Kaplan, B. J. Comparing Video Games and Laparoscopic Simulators in the Development of Laparoscopic Skills in Surgical Residents. *Journal of Surgical Education*, 69 (2012), 6, str. 714–717. Dostopno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931720412001596> [30. 5. 2019].
 23. Rosser, J. *Top Gun Surgeon: Advanced Laparoscopic Skills & Suturing Program*. New York: The Advanced Medical Technology Institute, Beth Israel Medical Center. Dostopno na: <http://sls.org/top-gun/> [30. 5. 2019].
 24. Qin, J., Chui, Y. P., Pang, W. M., Choi, K. S., Heng, P. A. Learning Blood Management in Orthopedic Surgery through Gameplay. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30 (2010), 2, str. 45–57.
 25. Aïm, F., Lonjon, G., Hannouche, D., Nizard, R. Effectiveness of Virtual Reality Training in Orthopaedic Surgery. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 32 (2016), 1, str. 224–232. Dostopno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749806315006489> [30. 5. 2019].
 26. Dorfman, J., Connor, R. A., Kamen, S., Ring, M. E. Dentistry. *Encyclopaedia Britannica*. Dostopno na: <https://www.britannica.com/science/dentistry> [30. 5. 2019].
 27. *Heritage: Integrative Healthcare*. The Importance of Chewing Your Food. Dostopno na: <http://heritageihc.com/blog/chewing-your-food/> [30. 5. 2019].
 28. Sandler, A. J. Why are teeth so Important? Methuen Cosmetic Dentistry. Dostopno na: <https://www.methuencosmeticdentist.com/why-are-teeth-so-important.html> [30. 5. 2019].
 29. *Wikipedia*. Human tooth. Dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Human_tooth [30. 5. 2019].
 30. Scardina, G. A., Messina, P. Good Oral Health and Diet. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012 (2012), 8 strani. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3272860/> [30. 5. 2019].

31. *Aetna*. Tooth decay is the most common chronic childhood disease. 14. 4. 2015. Dostopno na: <https://news.aetna.com/2015/04/tooth-decay-common-chronic-childhood-disease/> [30. 5. 2019].
32. Moynihan, P., Peterson, P. E. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutrition*, 7 (2004), 1A, 201–226.
33. *Zobozdravnik Maribor*. Zobna gniloba. 26. 9. 2017. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/zobna-gniloba/> [30. 5. 2019].
34. Mellanby, M., Pattison, C. L. The Influence of a Cereal-free Diet Rich in Vitamin D and Calcium on Dental Caries in Children. *British Medical Journal*, 1 (1932), str. 507–510. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2520490/> [30. 5. 2019].
35. *Modri zob*. Bolezni zob. Dostopno na: <http://www.modrizob.com/vprasanja/bolezni-zob/> [30. 5. 2019].
36. Ehlen, L. A., Marshall, T. A., Quin, F., Wefel, J. S., Waren, J. J. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. *Nutrition Research*, 28 (2008), 5, str. 299–303.
37. *Modri zob*. Bolezni dlesni. Dostopno na: <http://www.modrizob.com/vprasanja/bolezni-dlesni/> [30. 5. 2019].
38. Mikuž, A. Parodontalna bolezen – lahko jo preprečimo. *Vita: Stomatologija*, 72 (2010). Dostopno na: https://www.revija-vita.com/vita/72/Parodontalna_bolezen_%E2%80%93_lahko_jo_prepre%C4%8Dimo [30. 5. 2019].
39. *NIH (National Heart, Lung and Blood Institute)*. Vasculitis. Dostopno na: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/vasculitis> [30. 5. 2019].
40. F. M. Deset neprijetnih posledic površnega umivanja zob. *Slovenske novice*. 18. 8. 2017. Dostopno na: <https://www.slovenskenovice.si/lifestyle/zdravje/deset-neprijetnih-posledic-povrsnega-umivanja-zob> [30. 5. 2019].
41. Barker, J. Oral Health: The Mouth-Body Connection. *WebMD*, 4. 1. 2012. Dostopno na: <https://www.webmd.com/oral-health/features/oral-health-the-mouth-body-connection#1> [30. 5. 2019].

42. Sinovec, N. Zdrave dlesni in zdrava pljuča. *Naša lekarna*, 5 (2011), 50, str. 50–52. Dostopno na: <http://www.nasa-lekarna.si/uploads/media/NL50-komplet.pdf> [30. 5. 2019].
43. WHO (World Health Organization). The top 10 causes of death. 24. 5. 2018. Dostopno na: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> [30. 5. 2019].
44. Mathers, C. D., Lončar, D. Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. *Journal PLOS Medicine*, 2016. Dostopno na: <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0030442> [30. 5. 2019].
45. Buzalaf, M. A. R., Hannas, A. R., Kato, M. T. Saliva and dental erosion. *Journal of Applied Oral Science*, 20 (2012), 5, str. 493–502. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3881791/> [30. 5. 2019].
46. *Zobozdravnik Maribor*. Ali ste vedeli, da slina ščiti pred nastankom zobne gnilobe? 26. 5. 2015. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/slina-in-njena-vloga/> [30. 5. 2019].
47. *Modri zob*. Fluoridacija zob. Dostopno na: <http://www.modrizob.com/storitve/fluoridiranje-zob/> [30. 5. 2019].
48. Gillespie, C. What Is the Function of the Pellicle? *Sciencing*, 20. 8. 2018. Dostopno na: <https://sciencing.com/function-pellicle-8769612.html> [30. 5. 2019].
49. Slots, J. Low-cost periodontal therapy. *Periodontology 2000*, 59 (2012), str. 110–137.
50. Claydon, N. C. Current concepts in toothbrushing and interdental cleaning. *Periodontology 2000*, 48 (2008), str. 10–22.
51. Dolinar, A. *Fluor – potreben ali ne pri zobni negi otrok?* Dostopno na: <https://www.avogel.si/aktualno/fluor-in-nega-zob-otrok.php> [30. 5. 2019].
52. *Zobozdravnik Maribor*. Fluoridne zobne paste. 11. 11. 2016. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/fluoridne-zobne-paste/> [30. 5. 2019].
53. *Zobozdravnik Maribor*. Iz česa je narejena zobna pasta. 26. 5. 2015. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/zobna-pasta/> [30. 5. 2019].

54. Kristan, R. M. Nove smernice za izboljšanje ustne higijene. V: Peklaj, K. (ur.), *5. endokrinološki kongres zdravstvene nege: Razvoj znanja je nenehno napredovanje proti cilju, čeprav se ves čas izmika, Portorož, 6. do 8. 10. 2016*. Ljubljana: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije - Zveza strokovnih društev medicinskih sester, bobic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v endokrinologiji, 2016, str. 45–50.
55. *Center for Scientific Information, ADA Science Institute*. Mouthwash (Mouthrinse). 27. 3. 2019. Dostopno na: <https://www.ada.org/en/member-center/oral-health-topics/mouthrinse> [30. 5. 2019].
56. Nall, R. 5 Reasons to Scrape Your Tongue and How to Do It. *Health Line*, 5. 4. 2018. Dostopno na: <https://www.healthline.com/health/dental-and-oral-health/tongue-scraping> [30. 5. 2019].
57. Bai, K. The 10 Best and Worst Foods for Your Teeth. *Karen Dental*, 11. 5. 2014. Dostopno na: <http://www.karendental.com/2014/05/11/the-10-best-and-worst-foods-for-your-teeth/> [30. 5. 2019].
58. *Zobozdravnik Maribor*. Prehrana za zdrave zobe. 26. 5. 2015. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/prehrana-za-zdrave-zobe/> [30. 5. 2019].
59. Shanbhag, V. K. L. Oil pulling for maintaining oral hygiene – A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7 (2016), 1, str. 106–109. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5198813/> [30. 5. 2019].
60. Peedikayil, F. C., Sreenivasan, P., Narayanan, A. Effect of coconut oil in plaque related gingivitis — A preliminary report. *Nigerian Medical Journal*, 56 (2015), 2, 143–147. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4382606/> [30. 5. 2019].
61. Aimutis, W. R. Bioactive Properties of Milk Proteins with Particular Focus on Anticariogenesis. *The Journal of Nutrition*, 134 (2004), 4, str. 989S–995S. Dostopno na: <https://academic.oup.com/jn/article/134/4/989S/4757182> [30. 5. 2019].

62. *Rethink sugary drink*. Sports drinks contain up to 13 tsp of sugar, damage teeth. 3. 8. 2015. Dostopno na: <http://www.rethinksugarydrink.org.au/media/sports-drinks-up-to-13-tsp-sugar.html> [30. 5. 2019].
63. Alldritt, P. Should you brush your teeth straight after eating or drinking? *ABC Health & Wellbeing: Fact Buster*, 15. 3. 2011. Dostopno na: <http://www.abc.net.au/health/talkinghealth/factbuster/stories/2011/03/15/3164618.htm> [30. 5. 2019].
64. Kumar, Y., Asokan, S., John, B., Gopalan, T. Effect of Conventional and Game-based Teaching on Oral Health Status of Children: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 8 (2015), 2, str. 123–126. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4562045/> [30. 5. 2019].
65. *Zobozdravnik Maribor*. Tehnika ščetkanja pri otrocih. 26. 5. 2015. Dostopno na: <https://www.zobozdravnikmaribor.si/blog/tehnika-scetkanja-pri-otrocih/> [30. 5. 2019].
66. Chang, Y. C., Lo, J. L., Huang, C. J., Hsu, N. Y., Chu, H. H., Wang, H. Y., Chi, P. Y., Hsieh, Y. L. Playful Toothbrush: UbiComp Technology for Teaching Tooth Brushing to Kindergarten Children. *CHI '08: Priskevki s konference SIGCHI (Conference on Human Factors in Computing System)*, Firence, Italija, 5. do 10. 4. 2008. New York: ACM, 2008, str. 363–372. Dostopno na: http://mll.csie.ntu.edu.tw/papers/PlayfulToothbrush_Chi08.pdf [30. 5. 2019].
67. Malik, A., Sabharwal, S., Kumar, A., Samant, P. S., Singh, A., Kumar Pandey, V. Implementation of Game-based Oral Health Education vs Conventional Oral Health Education on Children's Oral Health-related Knowledge and Oral Hygiene Status. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 10 (2017), 3, str. 257–260.
68. Aljafari, A., Gallagher, J. E., Hosey, M. T. Can oral health education be delivered to high-caries-risk children and their parents using a computer game? – A randomised controlled trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 27 (2017), 6, str. 476–485.

69. Lo, J. L., Chi, P. Y., Chu, H. H., Wang, H. Y. Pervasive Computing in Play-Based Occupational Therapy for Children. *IEEE Pervasive Computing*, 8 (2009), 3, str. 66–73.
70. *Wikipedia*. Tower defense. Dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Tower_defense [30. 5. 2019].
71. *Armor Games*. Dostopno na: <https://armorgames.com/> [30. 5. 2019].
72. *Unity*. Dostopno na: <https://unity.com/> [30. 5. 2019].
73. *Wikipedia*. List of Unity games. Dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Unity_games [30. 5. 2019].
74. Nieva, R. Pokemon Go was Google Play's top game of 2016. *Cnet*, 1. december 2016. Dostopno na: <https://www.cnet.com/news/google-play-top-trending-2016-pokemon-go-game-of-thrones-deadpool/> [30. 5. 2019].
75. Swatman, R. Pokémon Go catches five new world records. *Guinness World Records*, 10. avgust 2016. Dostopno na: <http://www.guinnessworldrecords.com/news/2016/8/pokemon-go-catches-five-world-records-439327> [30. 5. 2019].
76. Wilson, J. PC Gaming Weekly: Watch out, Hearthstone — here comes Artifact. *Venture Beat*, 10. avgust 2017. Dostopno na: <https://venturebeat.com/2017/08/10/pc-gaming-weekly-watch-out-heartstone-here-comes-artifact/> [30. 5. 2019].
77. Unity. Dokumentacija, verzija 2019.1. Dostopno na: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.html> [30. 5. 2019].
78. *Unity*. Unity 5.0. Dostopno na: <https://unity3d.com/unity/whats-new/unity-5.0> [30. 5. 2019].
79. Fine, R. UnityScript's long ride off into the sunset. *Unity Blog*, 11. avgust 2017. Dostopno na: <https://blogs.unity3d.com/2017/08/11/unityscripts-long-ride-off-into-the-sunset/> [30. 5. 2019].
80. Željko, M. Teorija grafov in topologija poliedrov. *Razvedrilna matematika* (seminar), Ljubljana, 18. februar 2011. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije. Dostopno na: <https://www.dmfa.si/Predavanja/Dokumenti/65/%C5%BDeljko.pdf> [30. 5. 2019].

81. Oblak, A. *Teorija grafov*. Ljubljana: Fakulteta za matematiko in fiziko, oddelek za matematiko in mehaniko, 2007. Dostopno na: <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2006/ura/oblak/html/index.html> [30. 5. 2019].
82. Fine, R. Unite 2016 - Overthrowing the MonoBehaviour Tyranny in a Glorious Scriptable Object Revolution. Youtube, 1. december 2016. Dostopno na: <https://www.youtube.com/watch?v=6vmRwLYWNRo> [30. 5. 2019].
83. Hipple, R. Unite Austin 2017 - Game Architecture with Scriptable Objects. Youtube, 20. november 2017. Dostopno na: https://www.youtube.com/watch?v=raQ3iHhE_Kk [30. 5. 2019].

Viri slik

84. Dostopno na: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/7/79/The_Oregon_Trail_cover.jpg [30. 5. 2019].
85. Dostopno na: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/7/7f/Pepsiinvaders.JPG/252px-Pepsiinvaders.JPG> [30. 5. 2019].
86. Dostopno na: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/AA2GameCover.jpg> [30. 5. 2019].
87. Dostopno na: https://www.sanolabor.si/public/upload/artikel/cs5460_ortho_pink_web__22346.jpg [30. 5. 2019].
88. Dostopno na: <http://www.prvalekarna.com/spree/products/15523/overlay/sensodyne-repair-protect-zobna-pasta.jpg?1438599418> [30. 5. 2019].
89. Dostopno na: <https://www.zdrav-nasmeh.com/images/detailed/5/Jordan-zobne-nitke-3-in-1.jpg> [30. 5. 2019].
90. Dostopno na: https://www.curaprox.com/data/products/42743_regular.jpg [30. 5. 2019].
91. Dostopno na: http://img.ena.com/oddelki/zdravjeInLepota/assets/product_images/listerine_ust__voda_coolmint_1000ml_LOM635450.JPG [30. 5. 2019].
92. Dostopno na: <https://www.lekarnar.com/spree/products/23524/original/curaprox-dvojno-strgalo.jpg?1465469262> [30. 5. 2019].
93. Dostopno na: <https://images.24ur.com/media/images/953x459/Jul2015/61642596.jpg?v=5859> [30. 5. 2019].
94. Dostopno na: http://druzina.ena.com/wp-content/uploads/2011/11/chia_161111.jpg [30. 5. 2019].
95. Dostopno na: https://trgovina.mercator.si/market/img/cache/products/7580/product_medium_image/00565034.jpg [30. 5. 2019].
96. Dostopno na: https://360-studio.si/wp-content/uploads/2016/08/20160817_090914-e1482679466917.jpg [30. 5. 2019].
97. Dostopno na: http://www.beko-si.com/blog/wp-content/uploads/2017/12/Losos_1.jpg [30. 5. 2019].

98. Dostopno na: https://i.notino.com/zoomMobile/sensodyne/sesdecu_ktbr20__19.jpg [30. 5. 2019].
99. Dostopno na: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GjcS5DkqRDoX0kSZtZmuw1zdhpVkvf7lwGEPQ-PF4Jf-jXuIUFNwcQ> [30. 5. 2019].
100. Dostopno na: <https://media.mercola.com/assets/images/foodfacts/green-tea-nutrition-facts.jpg> [30. 5. 2019].
101. Dostopno na: https://trgovina.mercator.si/market/img/cache/products/4913/product_medium_image/00313596.jpg [30. 5. 2019].
102. Dostopno na: http://momjunc.com/system/uploads/page_file/source/490/985/985490/web56.jpg [30. 5. 2019].
103. Dostopno na: <https://264168-821584-raikfcquaxqncofqfm.stackpathdns.com/wp-content/uploads/2017/02/suho-sadje.jpg> [30. 5. 2019].
104. Dostopno na: https://images.24ur.com/media/images/884xX/Dec2016/2de6a0e2d5_61866112.jpg?v=d41d [30. 5. 2019].
105. Dostopno na: https://oopsi.si/wp-content/uploads/2014/02/featured_post_namakanje.jpg [30. 5. 2019].
106. Dostopno na: <https://www.pomurec.com/data/galerija/356a192b7913b04c54574d18c28d46e6395428ab/21294590294sladkarije2.jpg> [30. 5. 2019].
107. Dostopno na: https://www.alo.rs/resources/images/0000/003/742/20110704_public_shutterstock__Di003077815_1000x0.jpg [30. 5. 2019].
108. Dostopno na: https://beta.finance.si//pics//cache_ra/razlicne-pijace-ss.1388085269.jpg.o.600px.jpg [30. 5. 2019].
109. Dostopno na: <https://files.ironhidegames.com/ironhidegames-www-upfiles/original/Games/0x300/6c766174-c3dd-4985-a347-02d3625257ac.png> [30. 5. 2019].
110. Dostopno na: <https://files.ironhidegames.com/ironhidegames-www-upfiles/original/Games/0x500/751ffc46-cf39-4b01-ab82-39673627c11c.jpg> [30. 5. 2019].
111. Dostopno na: <https://jayisgames.com/images/bubbltankstowerdefense.jpg>
112. Dostopno na: <https://steamuserimages-a.akamaihd.net/ugc/532892171300179855/B973795AC213D74AC53B704A9E8D4985B6D947F2/> [30. 5. 2019].

113. Dostopno na: https://assets.pokemon.com/assets/cms2/img/video-games/video-games/pokemon_go/169.jpg [30. 5. 2019].
114. Dostopno na: https://assets.pokemon.com/assets/cms2/img/video-games/video-games/pokemon_go/screenshots/encounter_en.jpg [30. 5. 2019].
115. Dostopno na: https://assets.pokemon.com/assets/cms2/img/video-games/video-games/pokemon_go/screenshots/pokemon-go-07.jpg [30. 5. 2019].
116. Dostopno na: https://assets.pokemon.com//assets/cms2/img/video-games/video-games/pokemon_go/inline/inline-07.jpg [30. 5. 2019].
117. Dostopno na: <https://i.imgur.com/ZIHTEle.jpg> [30. 5. 2019].
118. Dostopno na: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/5/51/Hearthstone_screenshot.png/350px-Hearthstone_screenshot.png [30. 5. 2019].
119. Dostopno na: <https://i.pinimg.com/originals/67/58/33/675833b4ce19ac5dd2eff5a48f0d0e09.jpg> [30. 5. 2019].

Viri iger

120. *America's Army*. Dostopno na: <https://www.americasarmy.com/> [30. 5. 2019].
121. *Minnesota Educational Computing Consortium (MECC)*. The Oregon Trail. Dostopno na: <http://www.mecc.co/history/the-oregon-trail---a-157/> [30. 5. 2019].
122. *Internet Archive*. Lemonade Stand. Dostopno na: https://archive.org/details/Lemonade_Stand_1979_Apple [30. 5. 2019].
123. *Serious Game Classification*. The Bradley Trainer. Dostopno na: <http://serious.gameclassification.com/EN/games/14320-The-Bradley-Trainer/index.html> [30. 5. 2019].
124. *Ultimate History Videogames*. Pole Position. Dostopno na: <https://ultimatehistoryvideogames.jimdo.com/pole-position/> [30. 5. 2019].
125. *Atari Mania: The World's Finest Atari Database*. Pepsi Invaders. Dostopno na: http://www.atarimania.com/game-pepsi-invaders_s10358.html [30. 5. 2019].
126. *Doom Marine*. Dostopno na: <https://archive.org/details/marine1> [30. 5. 2019].
127. *Hopelab*. Re-Mission. Dostopno na: <https://www.hopelab.org/projects/re-mission/> [30. 5. 2019].
128. Bartholomew, L. K., Shegog, R., Parcel, G. S., Gold RS, Fernandez, M., Czyzewski D. I., Sockrider, M. M., Berlin, N. Watch, Discover, Think, and Act: a model for patient education program development. *Patient Education and Counseling*, 39 (2000), 2–3, str. 253–268.
129. *Serious Game Classification*. Packy & Marlon. Dostopno na: <http://serious.gameclassification.com/EN/games/990-Packy--Marlon/index.html> [30. 5. 2019].
130. Lewin, K. Nintendo Meets Diabetes Care: The History of the Glucoboy and Didget Blood Glucose Monitors. *YouTube*, 25. 10. 2018. Dostopno na: https://www.youtube.com/watch?v=8iO_OnKk7vk [30. 5. 2019].
131. *Xbox Addict*. Yourself!-Fitness. Dostopno na: <http://xboxaddict.com/game-profile/Xbox/977/Yourself!-Fitness.html> [30. 5. 2019].

132. *Dance Dance Revolution*. Dostopno na: <https://www.ddrgame.com/> [30. 5. 2019].
133. *Squire's Quest*. Dostopno na: <https://www.squiresquestgames.com/> [30. 5. 2019].
134. *Nintendo*. Dr. Kawashima's Brain Training: How Old is Your Brain. Dostopno na: <https://www.nintendo.co.uk/Games/Nintendo-DS/Dr-Kawashima-s-Brain-Training-How-Old-is-Your-Brain--270627.html> [30. 5. 2019].
135. *Ironhide Game Studio*. Kingdom Rush. Dostopno na: <https://www.ironhidegames.com/Games/kingdom-rush> [30. 5. 2019].
136. *Hero Interactive*. Bubble Tanks Tower Defense. Dostopno na: <http://www.herointeractive.com/index.html> [30. 5. 2019].
137. *Game in a Bottle*. Gem Cratf. Dostopno na: <http://gameinabottle.com/> [30. 5. 2019].
138. *Super Villain Studios*. Tower Wars. Dostopno na: <http://www.svsgames.com/category/projects/tower-wars/> [30. 5. 2019].
139. *Dungeon Defenders*. Dostopno na: https://store.steampowered.com/app/65800/Dungeon_Defenders/ [30. 5. 2019].
140. *Coffee Stain studios*. Sanctum. Dostopno na: <https://www.coffeestainstudios.com/games/sanctum/> [30. 5. 2019].
141. *Wikipedia*. Orcs Must Die. Dostopno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Orcs_Must_Die! [30. 5. 2019].
142. *Studio MDHR*. Cuphead. Dostopno na: <http://studiomdhr.com/> [30. 5. 2019].
143. Bithell, M. *Thomas was Alone*. Dostopno na: <http://www.mikebithellgames.com/thomaswasalone/> [30. 5. 2019].
144. *Fire Watch*. Dostopno na: <https://www.firewatchgame.com/> [30. 5. 2019].
145. *Layers of Fear*. Dostopno na: <https://www.layersoffear.com/> [30. 5. 2019].
146. *Ori the Game*. Ori and the Blind Forest. Dostopno na: <https://www.orithegame.com/blind-forest/> [30. 5. 2019].
147. *Pokemon GO*. Dostopno na: <https://www.pokemongo.com/> [30. 5. 2019].
148. *Albion Online*. Dostopno na: <https://albiononline.com/en/home> [30. 5. 2019].
149. *HearthStone*. Dostopno na: <https://playhearthstone.com/en-us/> [30. 5. 2019].