

Tallinna Ülikool

Digitehnoloogiaste Instituut

Digitaalsed mängud amblüopia raviks

Seminaritöö

Autor: Teele Pae

Juhendaja: Martin Sillaots

Tallinn 2016

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1 Amblüopia ja selle ravi	4
1.1 Amblüopia ehk laisk silm	4
1.2 Ravi lastel	4
1.3 Ravi täiskasvanutel	5
2 Olemasolevad mängud ja nende tehnoloogiad	6
2.1 Vabavara	6
2.2 Koostöös silmaarstiga kättesaadavad mängud	11
3 Ettepanekud mängu tegemiseks	14
Kokkuvõte	15
Kasutatud kirjandus	16

SISSEJUHATUS

Digitaalsed mängud ehk interaktiivsed programmid ühele või mitmele mängijale on paljudele puhtalt meelelahutus, mida vabal ajal saab mängida. Lisaks nendele on olemas ka tõsimängud, mille eesmärgiks on näiteks treenida või õpetada mängijat või siis reklaamida mingit toodet või eesmärki. Tõsised mängud on tehtud näiteks harimiseks, teaduslikeks uuringuteks, tervishoiu jaoks, hädaolukordade ennetamiseks, usu teemal, tehnika teemal (The laboratory for Games and Intelligent Animation, Kuupäev puudub).

On leitud, et videomängud võivad arendada ka inimese käe ja silma vahelist koordinatsiooni (Burks, 2014). Lisaks saavad digitaalsed mängud ravida ka amblüopiat ehk rahvakeeli laiska silma. Sel juhul on ühe silma nägemine halvenenud ning silm ja aju ei tee piisavalt koostööd. Kuigi teati, et lapsi saab ravida, siis alles hiljuti leiti, et saab ravida ka täiskasvanuid.

Kui enne kasutati silma arendamiseks tavaliselt silmaklappi lastel, ning võis silma arendamiseks mängida internetis leitavaid mängu, millel erilist tehnoloogiat ei olnud, siis nüüd hakatakse järjest rohkem kasutama ravimiseks mängu, mis on ravi otstarbeks loodud. Näiteks kasutatakse erilist tehnoloogiat, mis põhineb värvidel ja kahe silma koostööl, mille mõju avastati Current Biology's 2013. aastal avaldatud uuringus *Tetris* mänguga, kus mõlemad silmad näevad mängust erinevat pilti (Jinrong Li, et al., 2013).

Selle töö eesmärgiks on anda ülevaade mängudest, mis on loodud amblüopia raviks. Töö on jagatud kolmeks peatükiks. Esimese kirjeldatakse lühidalt, mis on laisk silm ehk amblüopia ja kuidas seda ravitakse. Teises tutvustatakse olemasolevaid mängu ning kolmandas tuuakse ettepanekud mängu tegemiseks.

1 AMBLÜOOPIA JA SELLE RAVI

Amblüopia on meditsiiniline termin, mida kasutatakse juhul, kui ühe silma nägemine on halvenenud, ning silm ja aju ei tee piisavalt koostööd. Sellist seisundit kutsutakse ka laisaks silmaks.

1.1 Amblüopia ehk laisk silm

Silma liigutavad lihased, mida kontrollib aju ning mõlema silma lihaste koos liikumisel tagavad silmad selge ja ruumilise pildi. Kui aju valib selgema pildi ja ignoreerib nõrgema silma kehvemat informatsiooni, väheneb inimesel ruumiline tajutaj ja nägemise sügavus ehk stereo. Kui aju lülitub lapseas ümber tervele silmale, võib täiskasvanuna nägemine kehvemas silmas kaduda ning kui halvemat silma ei kasutata pikka aega, langeb nägemisteravus oluliselt. Erinevalt lapseas tekkinud kõõrdsilmsusest ei vali täiskasvanueas tekkinud kõõrdsilmsuse korral näiteks trauma, insuldi vms tagajärjel aju paremini nägeva silma pilti ja tekib topeltnägemine (Eesti Nägemistervise keskus, Kuupäev puudub).

Amblüopiat võib põhjustada ükskõik milline tervislik seisund või pikaajaline olukord varases lapseas, mis takistab normaalset nägemise arengut või mõlema silma kasutamist. Amblüopiat võib põhjustada strabism ehk silmad vaatavad kõõrdi või ühe silma kehvem nägemisteravus. Vahel on amblüopia põhjuseks ka silma keskkondade halvem seisund, näiteks hallkae (Eesti Nägemistervise keskus, Kuupäev puudub).

1.2 Ravi lastel

Varajasel avastamisel ehk 2.-3. eluaastal on võimalik silmalihased taas tööle saada. Kui kaasneb ka kehvem nägemine, on silmade koostöö saavutamiseks ja kehvema silma nägemise parandamiseks vaja kanda prille. Kui üksnes prillide kandmisest ei ole soovitud määral abi, hakatakse treenima nõrgemat silma. Selleks kaetakse terve silm kinni, nii et lapse aju on sunnitud kasutama ainult nõrgemat silma (Eesti Nägemistervise keskus, Kuupäev puudub).

Mõnikord kasutatakse ka spetsiaalseid silmatilku, et hägustada paremini nägevat silma ja soodustada nõrgema silma kasutamist. Sellist meetodit kasutatakse juhul, kui laps ei saa silmaklappi kanda või amblüopia ei ole väga tugev (American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 2015).

1.3 Ravi täiskasvanutel

Üldiselt arvatakse, et täiskasvanute puhul pole laiska silma võimalik parandada pärast teatud lapsepõlve perioodi. Roger W. Li, Charlie Ngo, Jennie Nguyen, Dennis M. Levi poolt tehtud uuringus, mis toimus perioodil 2004 kuni 2009, uuriti, kas videomängude mängimine, nii põnevusmängude kui ka rahulikumate mängude mängimine, mõjutab kuidagi amblüopiaga inimesi. Testiti kolme eksperimendiga 20 inimest vanuses 15 – 61 aastat, kellel oli amblüopia. Katsealustel oli ainult üks silm laisk ja teine silm nägi normaalselt. Katsealused jagati kahte gruppi. 10 osalejat mängisid *Medal of Honor Pacific Assault* põnevusmängu, kus mängija näeb mängu läbi sõduri silmade ja 3 inimest mängisid *SimCity Societies* mängu, mis on linna loomise simulatsioon. Peamistes eksperimentides pidid osalejad mängima uurimislaboris 40 või 80 tundi, 2 tundi päevas, kasutades ainult laiska silma, kuna teine silm oli silmaklappiga kaetud. Tuli välja, et mõlema mänguga silmanägemine paranes. Kontrolliti ka 7 inimese peal, kas parema nägemiskontrolli tulemuste põhjus on silmaklapp, mida eelmised osalejad kandsid. Selleks pandi neile silmaklapp ja videomängude mängimise asemel nad tegelesid näiteks teleka vaatamise, raamatu lugemise, kudumise ja internetis surfamisega. Pärast 20 tundi olulisi muutusi ei nähtud. 5 seitsmest eelmise testi osalejast mängisid nii mõlemaid mängu 40 tundi. Pärast seda läbisid nad nägemiskontrolli edukamalt, kui kasutades silmaklappi teleka vaatamises jne. Leiti, et videomängud võivad nägemist treenida (Roger W. Li, Charlie Ngo, Jennie Nguyen, & Dennis M. Levi, 2011).

2013. aastal avaldatud uuringus selgus (Jinrong Li, et al., 2013), et sama või suurema võimsusega efekti saab saavutada vaid 10 tunniga mängides videomängu, mida mõlemad silmad näevad erinevalt ning selline mäng on palju efektiivsem kui ühe silma treening. Uuringu tegijad usuvad, et nende uurimistulemus võimaldab anda ravimisvõimaluse täiskasvanud inimestele, kellel on amblüopia.

Kasutades kahte silma, paranes ruumiline nägemine, samas kui ühe silmaga treenides tulemus oluliselt ei muutunud. Viis patsienti osalesid ka pärast kolme kuulisel järelkontrollil ja nende tulemused jäid stabiilseks (Jinrong Li, et al., 2013).

Sarnane uuring tehti, kus katsealused pidid vaatama kahe silmaga eraldi pilti nägevat mängu läbi stereoskoobi, mis on kahe silmaklaasiga vaateriist, mille kaudu vaadatav kaksikpilt annab ruumilise kujundi mulje. Ka nende uuringu kohaselt paranes nägemine täiskasvanud katsealustel (Indu Vedamurthy, Mor Nahum, Daphne Bavelier, & Dennis M. Levi, 2015).

2 OLEMASOLEVAD MÄNGUD JA NENDE TEHNOLOOGIAD

Tänapäeval otsib inimene esimese asjana abi internetist, kust on kõik kiiresti kättesaadav. Kuigi pole veel palju loodud selliseid mänge, mis oleks spetsiaalselt mõeldud silmanägemise arendamiseks, on juba esimesed julged teinud mängud sellel eesmärgil. Samuti on olemas ka mõned spetsiaalsed programmid, mida saab kasutada silmaarsti juhendamisel.

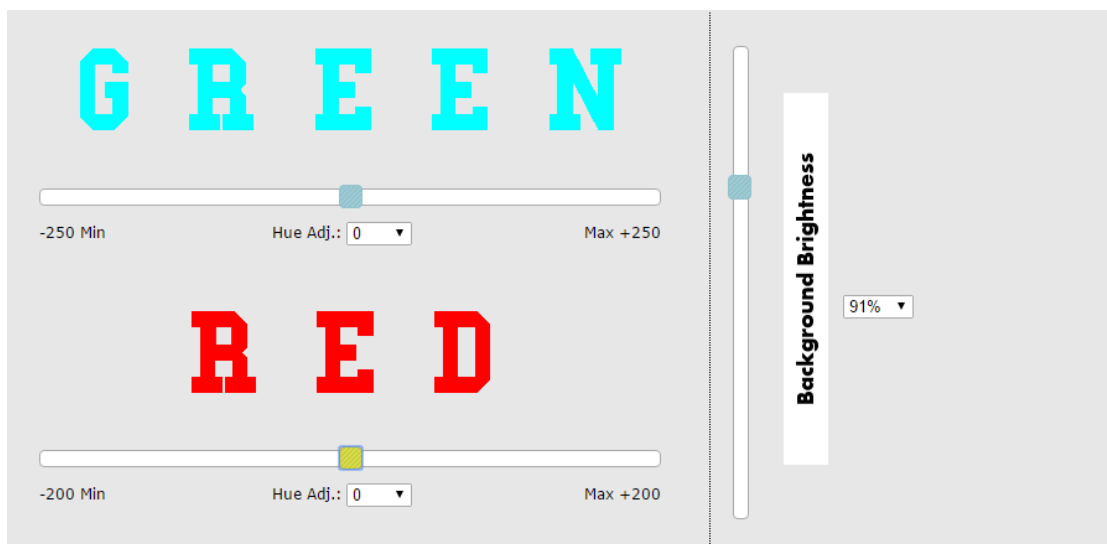
2.1 Vabavara

Christopher A. Nisbet, praktiseeriv silmaarst Vermontis, tegi tasuta veebilehe mängudest amblüopia raviks, kuna paljud ravivad paketid olid tasulised. Mängud pole mõeldud arsti poolt määratud amblüopia ravi asenduseks. Need mängud on tehtud võttes avatud lähtekoodi ja seda muutes (Nisbet, Kuupäev puudub).

Mänge mängitakse mõlema silmaga kandes enda muretsetud punase-rohelise filtriga 3D prille. Mängu käigus on oluline, et kummagi silmaga nähtavad pildid oleksid teineteisest eraldatud, ja kuna iga ekraan on erinev, on vaja kohendada ekraani, et silmad eraldi pilti näeksid. Kui seda ei tehta, on väga tõenäoline, et üks silm näeb häguselt ainult teisele silmale määratud pilti mille tõttu mängimine ei ole efektiivne ja silmad ei saa koostööd teha, et eesmärki saavutada (Nisbet, Kuupäev puudub).

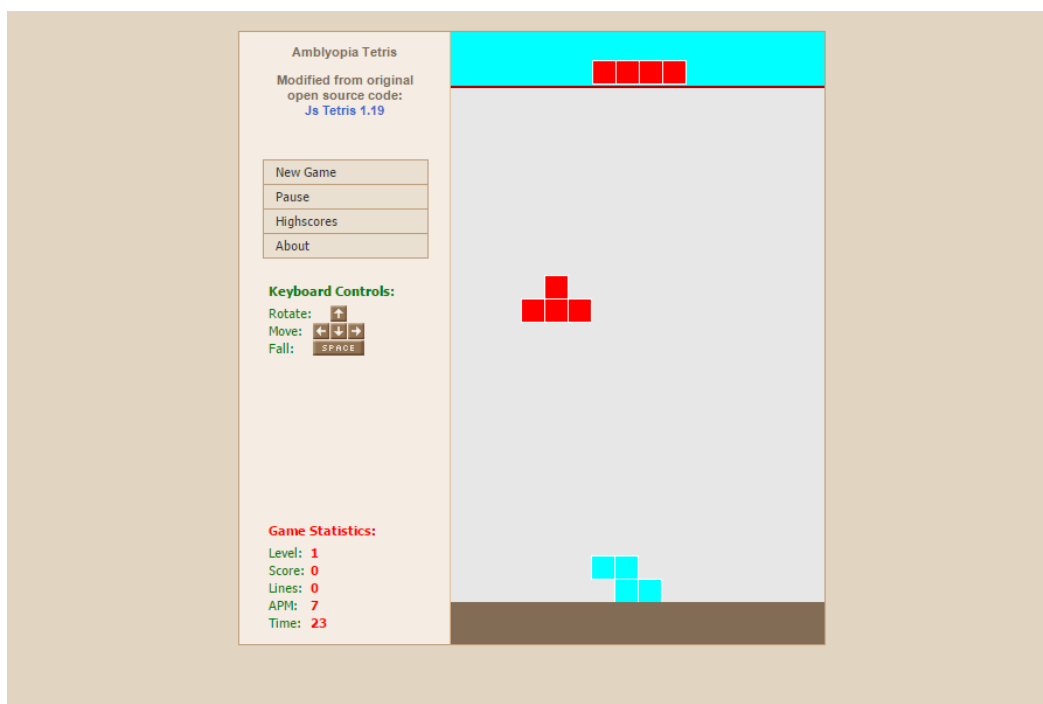
Kuigi *Tetris*, mis on seal üks pakutavatest mängudest, on väga sarnane *Current Biology* ajakirjas välja tulnud uuringus kasutatud mänguga (Jinrong Li, et al., 2013), siis teistel mängudel puudub igasugune teaduslik uuring, ainult võimaldavad sarnast kahevärvilist mängulist nuputamist (Nisbet, Kuupäev puudub).

Enne valitud mängu mängimist on vaja kõigepealt sinna keskkonda sisse logida kas enda tehtud kasutajaga või külalisena. Enda kasutajaga sisse logides jätab lehekülg meelde mängu seadistused, mida küsitakse enne mängu mängima asumist, et need enda prillidega sobivaks muuta (Joonis 1). Algul roheline nii, et ühe silmaga seda tooni ei oleks näha ja siis teise silmaga punane nii, et punast poleks näha ning lisaks on ka võimalik kohendada tausta heledust.



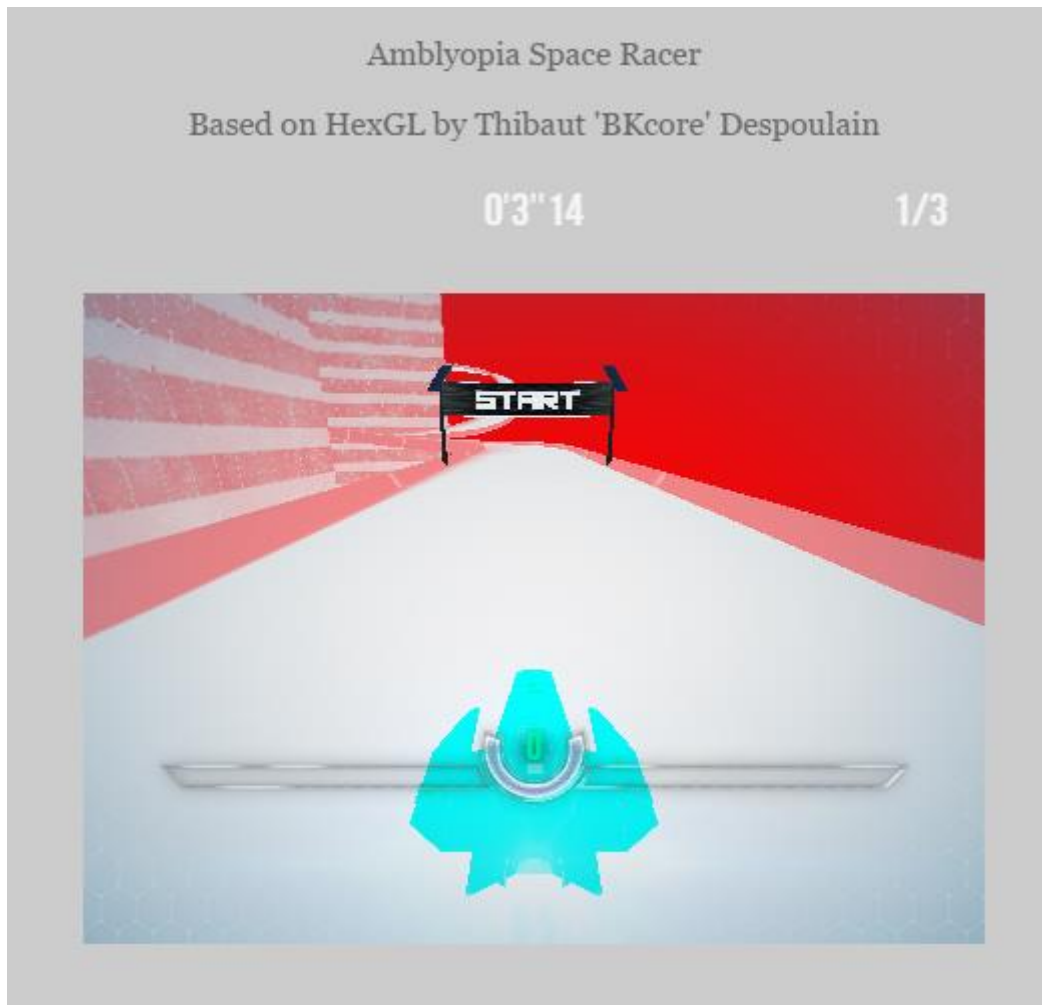
Joonis 1: Ekraani reguleerimine

Pakutavate mängude seas on esimesena klassikaline *Tetris* mäng, kus on muudetud värve ja mängu üldist väljanägemist (Joonis 2). Põhimõte on siiski sama, mis tavalises *Tetris*es.



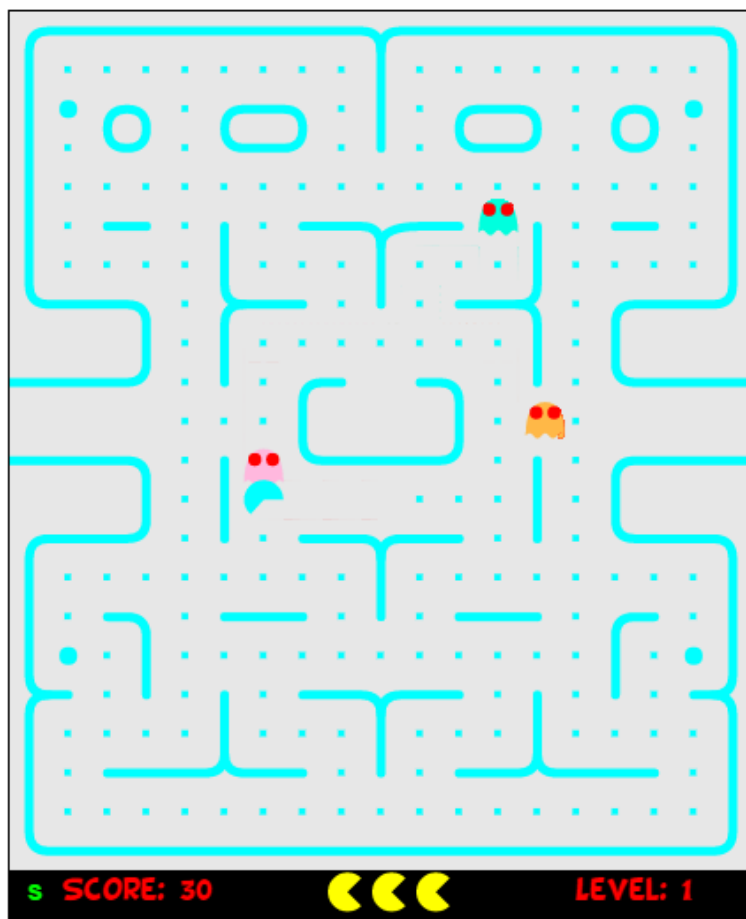
Joonis 2: *Tetris*

HexGL Space Racer mängus on samuti muudetud värve, pilte ja üleüldist väljanägemist. Mängus saab sõidukit edasi liigutada ja see peab jõudma võimalikult kiiresti oma sõiduraja lõppu (Joonis 3).



Joonis 3: *HexGL Space Racer*

Võetud on kõige klassikalisem *PacMan* mäng ehk mängija peab ringi liikuma, vältides kummitusi ja süües täpikesi kasvab punktisumma. Suuremate täppide söömisel saab mängija ise kummitusi taga ajada. Seda samuti muudetud nagu eelmisi mänge (Joonis 4).

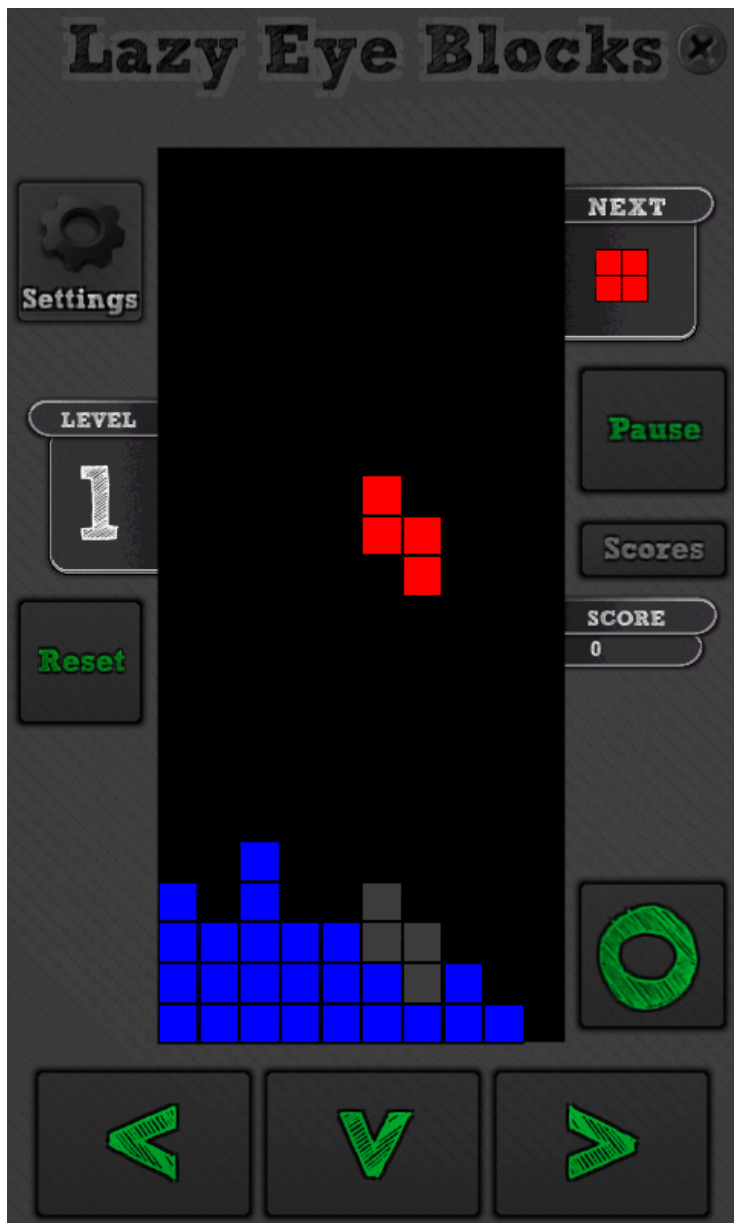


Joonis 4: *PacMan*

Samuti on Amblyopia Games lehel ka mäng *PolyBranch*, *Asteroids* ja *PonyWings*. *PolyBranch* mängus peab vältima tunneli sees lennates oksid, mis tunneli külgedelt tulevad. *Asteroids* mängus peab kosmoselaeva juhtima asteroididest mööda. *Asteroidide* saab ka tulistada ja katki teha. Lisaks on ka tulnukalaev, mis üritab kosmoselaeva hävitada. *PonyWings* mängus peab poni künkaid mööda edasi liigutama. Kiirust peab hoidma, et mängus õhtu kätte ei jõuaks. Lisaks saab poni ka lendavaid putukaid püüda, mis teda kiiremaks teevad (Nisbet, Kuupäev puudub).

Lazyeyegames.com on lehekülg, mis pakub mängu nii iOS, Android, Windows 8 ja Windows Phone platvormile ilma pikema seletuseta. Mängudest on *Lazy Eye Blocks*, mis töötab *Tetris*e põhimõtte järgi, *Amblyopia Snake*, mis on klassikaline *Snake* mäng, *Lazy Eye Bubble Shooter*, mäng kus peab mulle katki tulistama, *Lazy Eye Jump n Fly*, lind peab takistuse vahelt läbi lendama ja *Lazy Eye Circles*, kus peab ka klotse mahutama, et nad õigesti kukuks, nagu *Tetris* mängus.

Lazy Eye Games mängud töötavad sama põhimõttega, mis Amblyopia Games mängud. Näiteks *Lazy Eye Blocks* mängus saab valida ühe värvi langevate klotside jaoks ja teise värvi kukkunud klotside jaoks (Joonis 5). Sama põhimõtte kehtib kõigi mängude kohta, mida see lehekülg pakub. Enne mängimist tuleb valida värvid, mis sobivad 3D prillidega kokku. Eesmärk on teha kukkuvad klotsid nähtavaks ainult ühele silmale ja kukkunud klotsid nähtavaks ainult teisele silmale. Värvide valimiseks peab ühe silma kinni panema, et lahtisele silmale sobiva värvi valida. Mängude mängimise juures on oluline silmade koostöö (*Lazy Eye Games*, Kuupäev puudub).



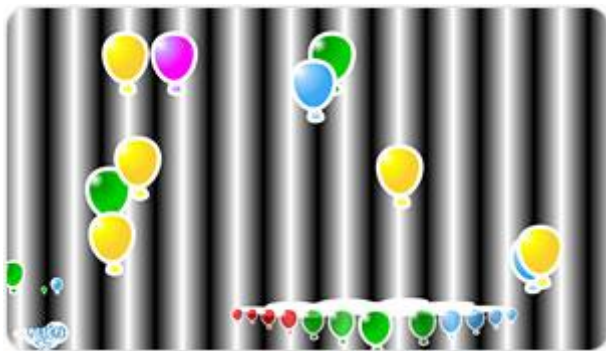
Joonis 5: *Lazy Eye Blocks*

2.2 Koostöös silmaarstiga kättesaadavad mängud

1995. aastal alustasid grupp teadlaseid Dresdeni Tehnika Ülikoolist projekti, et arendada arvutipõhine nägemisteraapia laisksilma raviks. Pilootuuring tehti 1998. aastal ja stimulaatori prototüüpi testiti kliinilises uuringus esimest korda. Meetodit hinnati kahe kliinilise uuringu poolt ja arendati välja praktiline programm. 2010. aasta mais võttis Caterna GmbH selle meetodi kasutusse, et seda saaks võimaldada rohkematele inimestele.

Suurehaardelisem uuring tehti Saksamaal 2001 aastal. Meetodit testiti rohkem kui 200 amblyoopiaga patsiendi peal vanuses 4 kuni 14. Meetod on juurutatud kliinikutesse ja praktikasse Saksamaal ning see programmi nimi on Caterna Vision Therapy, kus saavad osa

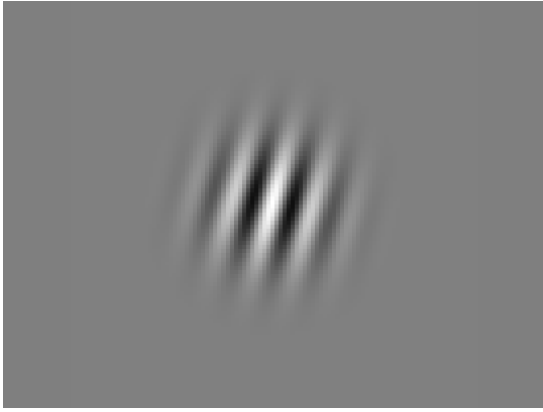
võtta lapsed, kellel on amblüopia ja keda ravib silmaarst. Programmis treenib laps oma nägemist erinevate mängudega (vaata näidet Joonis 6). Ravi toimub meditsiinilise jälgimise all ja koos silmaklapiga. Kõigepealt võetakse silmaarstiga ühendust ja pärast diagnoosi ja konsultatsiooni määratakse lapsele harjutused ja kestvuse. Mängud stimuleerivad regulaarse kasutamiseга nõrgemat silma terapeudilise valguse stiimuli abil, mida on näha ekraanilt. Stiimulit saab iga inimese jaoks eraldi kohandada. Kasutatakse ajalise ja ruumilise sageduse lainemustreid, et saavutada vigaste visuaalsete kanalite neurosensorset (sensoorne osa närvisüsteemist, mis tegeleb tajude tajumise ja edastamisega) aktiveerimist. Selleks peab kindla kava järgi treenima. Eesmärk on parandada nõrgemat silma aktiivse visuaalse stimulatsiooniga (Caterna, Kuupäev puudub).



Joonis 6: Caterna meetodiga mäng

Kui ravi on kindlaks määratud, saab patsient logimiseks andmed ja salasõna, et seda online keskkonnas kasutada. Sel viisil saavad lapsed igapäevaselt harjutusi teha koduses keskkonnas. Silmaarst saab arengut jälgida online keskkonnas ja iga harjutuse sessioon on automaatselt salvestatud (Caterna, Kuupäev puudub).

Sarnase süsteemiga on üles ehitatud ka RevitalVision, mis on kättesaadav Ameerika Ühendriikides alles pärast silmaarstiga konsulteerimist. Inimene, kes tahab seda toodet kasutada, peab olema vähemalt 9-aastane. Tehnoloogia põhineb sarnaselt silmade stimuleerimisel erinevate visuaalsete ülesannetega, milles on erinevate mustritega pildid, mis erinevad suuruses, orientatsioonis ja kontrastis. Põhineb „Gabor patch“ tehnoloogial (RevitalVision, Kuupäev puudub). Gabor patch on stiimul, mis mõjutab visuaalse info saatmist ajusse (NeuroAnaToday, 2016). See näeb välja nagu oleks udused jooned hallikal taustal (Joonis 7).



Joonis 7: Gabor Patch (Freeman, 2007)

3 ETTEPANEKUD MÄNGU TEGEMISEKS

Tulevased arendajad, kes tahavad luua mängu, mis arendaks laiska silma, peaks lähtuma meetodist, kus kasutatakse kahte värvi, et üks silm näeks ühte pilti ja teine näeks teist pilti ja aju siis paneks need kaks pilti kokku ning mille mängimiseks on vaja 3D prille. Nagu Amblyopia Games lehel toimus reguleerimine, et kõigepealt roheline värv õigeks reguleerimine, et teise silmaga seda näha ei oleks ja samamoodi ka teisel silmal. Siiski pole kusagil saadaval ja teada tulemusi neid mänginud inimeste kohta. Saab ainult eeldada, et tehtud mängud on kasutajate nägemist parandanud. Järgmised taoliste mängude tegijad võiks oma mängu efektiivsust ka siiski testida, et olla kindlad, et need mängud on efektiivsed.

Kahevärviliste mängude puhul on võimalik teha neid ükskõik millises žanris. Kui mängu tahetakse suunata lastele, siis vägivaldset mängu ei saa teha aga kui mäng on suunatud täiskasvanutele, siis võib see olla ka vanematele inimestele mõeldud põnevusmäng. Mäng peaks olema kaasahaarav ja võimaldada põnevust, et seda saaks regulaarselt mängida ning sellest kiiresti ära ei tüdinetaks. Mängu ei peagi täiesti nullist tegema vaid saab ka näiteks võtta mingi mängu vabalt kättesaadava lähtekoodi ja selle sobivaks muuta. Kindlasti peaksid mängu tegijad pärast ka uurima, kas nende mäng tõepoolest ka silmanägemist parandas.

Lisaks on võimalik teha ka mängu, mis lainemustrite abil stimuleerivad aju, mida kasutab Caterna ja sarnast meetodit kasutab ka RevitalVision ning mis on kättesaadav pärast arstiga konsulteerimist. Juhul, kui need meetodid oleks kõigile vabalt kättesaadavad, saaks neid rakendada ka tavalistes videomängudes.

KOKKUVÕTE

Seminaritöö lähtus probleemist, et amblüopia raviks olevad mängud pole veel väga levinud ning nende kohta puudub ülevaade. Kuna olemasolevaid vabalt kättesaadavaid mängu pole veel põhjalikult uuritud, pole ka tehtud väga kindlaid järeldusi, et need mängud ravivad. Mängud, mida silmaarstidega koostöös võimaldatakse paaris riigis, on põhjalikud teaduslikud uuringud läbinud ja need ravimeetodid on vastu võetud. Mängud, mis on internetis kõigile kättesaadavad, on tehtud põhimõttel, mida kasutati uurimustöös, kus kasutati laiska silmaga nägemise parandamiseks *Tetris* mängu ning leiti, et ka osadel täiskasvanutel saab silmanägemine paraneda (Jinrong Li, et al., 2013). Need mängud vajavad 3D prille ja mängus kasutatakse kahte põhivärvi nii, et kumbki silm näeks mängu erinevalt. Need mängud pole mingeid uuringuid läbinud, et saaks kindalt väita, kui palju on nendest tegelikult kasu. Mängude tegijad, kes tahavad luua digitaalset mängu, mis laiska silma arendaks, võikski luua sellist tüüpi mängu ja uuringu käigus teha kindlaks, kui palju nende mäng inimeste nägemist mõjutab. Mängu tegemise puhul on võimalik ise mingi põneva ja kaasahaarava mängu luua või muuta mingi mäng vajadusele vastavaks.

Sellest seminaritööst võiks tulevikus saada täiendav materjal bakalaureuse tööks, kus luuakse mäng, mida näevad silmad erinevalt, kasutades 3D prille ning selle mängu mõju tehakse uuringu tulemusega kindlaks.

KASUTATUD KIRJANDUS

- American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. (mai 2015. a.). *Amblyopia*. Allikas: American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus: <https://aapos.org/terms/conditions/21>
- Burks, R. (19. oktoober 2014. a.). *Video games sharpen eye-hand coordination skills: Study*. Allikas: <http://www.techtimes.com/articles/18125/20141019/study-finds-that-video-games-boost-eye-hand-coordination-skills.htm>
- Caterna. (Kuupäev puudub). *Caterna Vision Therapy*. Allikas: <http://caterna.de/>
- Eesti Nägemistervise keskus. (Kuupäev puudub). *Amplüüopia ehk laisk silm*. Allikas: <http://www.silmatervis.ee/nagemishaired/amblyopia-ehk-laisk-silm/>
- Freeman, E. (veebruar 2007. a.). *steps to making a Gabor patch*. Allikas: http://www.icn.ucl.ac.uk/courses/MATLAB-Tutorials/Elliot_Freeman/html/gabor_tutorial.html
- Indu Vedamurthy, Mor Nahum, Daphne Bavelier, & Dennis M. Levi. (26. veebruar 2015. a.). *Mechanisms of recovery of visual function in adult amblyopia through a tailored action video game*. Allikas: <http://www.nature.com/articles/srep08482>
- Jinrong Li, Benjamin Thompson, Daming Deng, Lily Y.L. Chan, Minbin Yu, & Robert F. Hess. (22. aprill 2013. a.). *Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn*. Allikas: [http://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822\(13\)00094-8](http://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822(13)00094-8)
- Lazy Eye Games. (Kuupäev puudub). *Lazy Eye Games*. Allikas: <http://lazyeyegames.com/>
- NeuroAnaToday. (30. mai 2016. a.). *What's in a Gabor patch?* Allikas: <http://neuroanatomy.com/2016/05/whats-in-a-gabor-patch>
- Nisbet, C. A. (Kuupäev puudub). *Amblyopia Games*. Allikas: <http://www.amblyopiagames.com/>
- RevitalVision. (Kuupäev puudub). *Improving Amblyopia*. Allikas: <http://www.revitalvision.com/Amblyopia/>

Roger W. Li, Charlie Ngo, Jennie Nguyen, & Dennis M. Levi. (30. august 2011. a.). *Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia*. Allikas: <http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001135>

The laboratory for Games and Intelligent Animation. (Kuupäev puudub). *Serious Games*. Allikas: <http://cs.gmu.edu/~gaia/SeriousGames/index.html>