

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Liis Mäeots

Notatsiooniprogramm vaegnägijatele

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Sven Aller

Tartu 2017

Notatsiooniprogramm vaegnägijatele

Lühikokkuvõte:

Käesoleva bakalaureusetöö raames koostati lihtne veebipõhine notatsiooniprogramm vaegnägijatele. Töös antakse ülevaade sellest, mis on vaegnägemine, soovitud veebirakenduse loomisel vaegnägijatele, noodigraafikaprogrammidest ning bakalaureusetöö käigus loodud programmist.

Võtmesõnad:

Noodikiri, vaegnägemine, MusicXML

CERCS: P175 Informaatika, süsteemiteooria

Music notation program for the visually impaired

Abstract:

For this Bachelor's thesis, a music notation program was created for the visually impaired. This thesis gives an overview of visual impairment, suggestions when creating a web application for visually impaired, music notation softwares and the program that was created.

Keywords:

Musical notation, visual impairment, MusicXML

CERCS: P175 Informatics, systems theory

Sisukord

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Sissejuhatus | 5 |
| 2. | Vaegnägijad ja arvuti | 6 |
| 2.1 | Vaegnägemine | 6 |
| 2.2 | Nõudeid vaegnägijatele suunatud veebirakendusele | 7 |
| 3. | Muusika noteerimine | 8 |
| 3.1 | Noodikiri | 8 |
| 3.2 | Noodigraafikaprogrammid | 9 |
| | Lime ja Lime Aloud | 10 |
| | MuseScore | 11 |
| | Sibelius | 12 |
| 4. | Notatsiooniprogramm | 13 |
| 4.1 | Kasutusjuhend | 14 |
| 4.2 | Kasutusliides | 15 |
| 4.3 | Rakenduse algoritm ja tehniline info | 15 |
| 4.4 | MusicXML-iks teisendamine | 17 |
| | Algussätted | 17 |
| | Noot | 18 |
| | Paus | 19 |
| | Takt | 19 |
| 4.5 | Testimine | 20 |
| 4.6 | Edasiarendusvõimalused | 21 |
| 5. | Kokkuvõte | 23 |
| 6. | Viidatud kirjandus | 24 |
| | Lisad | 27 |

I. Litsents27

1. Sissejuhatus

Noodikiri on muusika jagamiseks teistega eesmärgil, et seda saaks mängida nii, nagu autor selle kirja on pannud. Noodikiri sisaldab lisaks nootidele ka agoogikat, dünaamikat ja muid juhiseid esituse kohta.

Noodikirja digitaalsel kujul jagamiseks on mitmeid võimalusi. Faile saab jagada graafikaformaadis, näiteks PNG, PDF või SVG failiformaati kasutades, või notatsiooniformaadis. Viimaseks kasutatakse peamiselt MIDI või MusicXML formaati, milles salvestatud faile on võimalik importida erinevatesse noodigraafikaprogrammidesse ning vajadusel muuta.

Vaegnägijatel on keeruline lugeda ning kirja panna tavalist noodikirja. Vaegnägijate jaoks on välja mõeldud braille kiri ja ka noodikiri, kuid selle kirjapanemine on oluliselt keerulisem tavalisest noodikirjast. Samuti ei oska enamik nägijaid braille noodikirja lugeda, mis teeb vaegnägijatel enda kirjutatud muusika jagamise keeruliseks.

Käesoleva töö eesmärgiks on aidata vaegnägijatel enda muusikat lihtsamalt teistega jagada. Selleks koostas autor notatsiooniprogrammi, mis on sobiv vaegnägijatele ning mille abil on võimalik ainult arvutiklaviatuuri kasutades sisestada noote ja tulemust salvestada MusicXML-failiks. Programm on kättesaadav veebiaadressilt <http://prog.keeleressursid.ee/musicxml/> ning programmi lähtekood on kättesaadav GitHubis aadressil https://github.com/lucyhilltop/MusicXML_Translator. Seda failiformaati kasutavad mitmed juba olemasolevad programmid noodikirja kuvamiseks ning muusika ettemängimiseks. Seega on lihtne nägijatel MusicXML-faili sobivat noodigraafikaprogrammi kasutades noodikirjas kuvada või välja trükkida. Selleks, et MusicXML-faili välja printida braille noodikirjas, on olemas näiteks teisendusprogrammid FreeDots [1] ja GOODFEEL [2]. Kuigi töö raames valminud programm on kirjutatud vaegnägijate vajadusi silmas pidades, on seda võimalik kasutada ka nägijatel.

Töös tutvustatakse esimeses peatükis vaegnägemise mõistet ja nõudeid vaegnägijatele mõeldud veebirakendustele. Teises peatükis antakse ülevaade braille noodikirja ja tavalise noodikirja erinevustest. Teises peatükis tutvustatakse ka noodigraafikaprogramme, mida vaegnägijad kasutada saavad. Kolmandas peatükis on ülevaade autori kirjutatud rakenduse ülesehitusest, välimusest, kommentaarid testkasutajatelt rakenduse kasutusmugavuse kohta ning edasiarenduse võimalustest.

2. Vaegnägijad ja arvuti

2.1 Vaegnägemine

Nägemine on välisilmast pildi moodustamine ja selle tajumine [3]. Nägemine on inimese viiest meelest tähtsaim, selle kaudu tunnetatakse umbes 90% välismaailmas toimuvast [4].

Nägemispuue võib olla kaasasündinud või haiguse või trauma tagajärjel tekkinud. Eristatakse tsentraalse ja perifeerse nägemise, valgus- ja värvustaju, binokulaarse nägemise (kahe silma koosnägemine) ja akommodatsiooni (silmade kohanemine vaatamiseks erinevatele kaugustele) hälbmeid. Nägemispuude peapõhjusteks on katarakt, trahhoom ja glaukoom. Viimasel ajal suureneb diabeedi ja vananemise tõttu tekkinud silma võrkkesta keskosa degeneratsiooni osatähtsus. Eestis on nägemispuude peamisteks põhjusteks kõrge lühinägevus, nägemisnärv atroopia ja glaukoom. Eestis liigitatakse nägemispuudega inimeste hulka inimene, kelle nägemine on alanenud sel määral, et see takistab tema arengut, õppimist, tööelus osalemist ning igapäevase elu toimetuste sooritamist. Vaegnägija on inimene, kelle nägemisteravus on prillidega korrigeerituna paremini nägeval silmal alla 0,3 või kelle vaateväli on kitsam kui 30 kraadi [3].

Eestis on kontrollimata andmeil ligikaudu 7500 nägemispuudega inimest. See tähendab, et üle 0,5% Eesti rahvastikust on pimedad ja vaegnägijad. Neist 70% on eakad, 25% keskealised ja 5% lapsed. Eestis jagunevad nägemispuudega inimesed raskusastmeti järgmiselt: 54% nõrgaltnägijad, 33% tugevasti vaegnägijad, 9% praktiliselt pimedad ja 4% totaalselt pimedad. [5]

Vaegnägijate arvutikasutamise abivahenditeks on teksti suurendamise programmid ja ekraanilugejad.

Ekraanilugejad on tarkvararakendused, mis aitavad vaegnägijatel lugeda arvutiekraanil kuvatavat teksti kas heliväljundi või punktkirjakuvari abil. Kasutaja saab erinevate klahvikombinatsioonide sisestamisega liikuda ja teha toiminguid veebilehtedel ja rakendustes. Näiteks saab liikuda veebilehtedel pealkirjade vahel, teha tekstiotsinguid, seadistada ekraanilugejat automaatselt rääkima, kui ekraanil toimub muudatusi, seadistada ekraanilugejat lugema vaid mingit osa rakendusest, teostada õigekirjakontrolli tekstitöötlusprogrammides ja muud. [7]

Töös mainitakse ekraanilugejatest NVDA, JAWS ja VoiceOver ekraanilugejaid. NVDA on vabavaraline ning JAWS on tasuline ekraanilugeja operatsioonisüsteemile Windows, VoiceOver operatsioonisüsteemi Mac OS kirjutatud ekraanilugeja.

Selleks, et abivahendeid kõige efektiivsemalt kasutada saaks, tuleks veebirakenduste koostamisel järgida teatud nõudeid.

2.2 Nõudeid vaegnägijatele suunatud veebirakendusele

Selleks, et veebirakendus oleks kasutatav ka vaegnägijate poolt, pole enamasti vaja kirjutada rakendust spetsiaalselt vaegnägijatele. Tavaliselt piisab kui järgida peamisi soovitusi rakenduse vaegnägijatele paremini kasutatavaks tegemisel.

Veebirakendust peaks olema võimalik kasutada ekraanilugejaga. Lihtsaim moodus selle tagamiseks on kasutada valiidset HTML-koodi veebilehel [6].

Kuna isegi abivahendeid kasutades võib vaegnägijatel tekkida raskusi navigeerimisel arvutihiirega, peaks olema veebirakenduse kasutamine võimalik ka ainult klaviatuuri abil.

Vaegnägijate jaoks on oluline, et tekstielementide suurust saaks muuta. Üks meetod selle saavutamiseks on teksti suurus koodis kirja panna suhteliselt, näiteks protsentidena pikslite asemel. Alternatiivse lahendusena võib kasutada ka võimalust, kus kasutaja saab erinevate teksti suuruste vahel valida. [8,9]

Kui koostada veebirakendust, tuleks mõelda ka kasutatavatele värvilahendustele. Oleks vaja vältida teatud värvide koos või väga lähestikku kasutamist. Peamiselt peaks hoiduma rohelise ja punase või sinise ja kollase kõrvuti kasutamisest, kuna need on värvid, mida värvipimedatel on raske üksteisest eristada. Samuti võiks olla võimalik lehe kontrastsust muuta erinevate värvikombinatsioonidega. [9]

Rakenduses, mis on mõeldud vaegnägijatele, ei ole otstarbekas kasutada pildielemente kuna olenevalt nägemisprobleemide tõsidusest on neid vaegnägijatel kas raskendatud või võimatu näha. Seetõttu ei tohiks rakendus, mis on mõeldud vaegnägijatele, kasutada olulise informatsiooni edastamiseks pilte.

Kui rakendus pole mõeldud ainult vaegnägijatele või on piltide kasutamine vältimatu, siis peaks kindlasti pildielementidel kasutama alternatiivset teksti koodis. Kui pildil kuvatu pole oluline, siis tuleks koodis alternatiivse teksti väärtuseks kirjutada tühisõne, vastasel juhul loeb enamik ekraanilugejaprogramme ette pildifaili nime. [8,9]

3. Muusika noteerimine

3.1 Noodikiri

Kaasaegne noodikiri kasutab üldiselt viiejoonelist noodijoonestikku (vajadusel koos abi-joontega), võtmemärke, noodivõtmeid, taktimõõtu taktijoontega, erineva pikkustega noote ja pause. Kuna raske nägemispuudega inimesed ei saa tavalist noodikirja lugeda, on nendel kasutusel braille noodikiri.

Vaegnägijad kasutavad lugemiseks ja kirjutamiseks braille kirja. Braille kiri on saanud nime oma leiutaja Louis Braille järgi, kes lisaks tavatähestikule arendas välja ka algelise braille kirjas noodikirja [11]. Braille kiri ehk punktkiri on süsteem punktidest, mida on vaegnägijatel võimalik kirja puudutades lugeda [12]. Peamiselt on hetkel kasutusel kuuspunktkiri, kuid on olemas ka kaheksapunktkiri. Kaheksapunktkiri võimaldab asendada võimalikult palju liitmärke vaid ühe märgiga. Näiteks on selles võimalik märkida ühe märgiga, kas tegu on suure või väikse tähega [13]. Töös mõeldakse braille kirja all siiski kuuspunktkirja.

Braille noodikirja pannakse kirja samasuguse kuuepunktalise süsteemiga nagu tavalist punktkirja. Noote pannakse kirja näiteks nii, et kaks esimest rida tähistavad noodi kõrgust ning alumine rida vältust. Braille noodikiri erineb tavalisest noodikirjast mitme omaduse võrra:

- Braille noodikirjas on kõik noodid ja märgid järjest üksteise kõrval, sh akordid. Tavalises kirjas on akordinoodid üksteise kohal. See teeb braille noodikirja oluliselt pikemaks ja keerulisemaks
- Braille noodikiri kasutab tavakirjast vähem märke ning tihti kombinatsioonidena.
- Muusika, mis on kirja pandud braille noodikirjas, tuleb tavaliselt muusikul pähe õppida, kuna kirja loetakse sõrmedega ning samal ajal instrumenti mängida oleks väga keeruline. Seetõttu võib vaegnägijatel muusikapalade selgeks saamine ka kauem aega võtta [14].

Levinuim meetod vaegnägijatel muusika õppimiseks ongi mälu järgi. Erandiks võivad olla lauljad, kes saavad braille noodikirja sõrmedega lugeda ning samal ajal laulda. Klaveriõpilane võib rakendada meetodit, kus loeb paar takti ühe käe noote, samal ajal teise

käega mängides ja vastupidi teise käe nootide jaoks. Niimoodi osadena mängitakse seni, kuni terve pala on selgeks õpitud [15].

Kuna braille noodikiri on keeruline, on vaegnägijate ja peamiselt harrastaja tasemel muusikute seas levinud ka nõ kuulmise järgi mängimine. See pole siiski ideaalne lahendus. Mängides pala teise muusiku esituse järgi, on õppija suuresti mõjutatud sellest, kuidas teine artist lugu mängis ja tõlgendas. Samuti on esitused tihti liiga kiired selleks, et neid adekvaatselt järgida saaks. Lahenduseks võivad olla muusikaprogrammid, mis muusikat valitud kiirusel ette mängivad, või spetsiaalsed salvestused, kus on näiteks klaveriloo puhul salvestatud osadena eraldi vasaku ja parema käe muusika. [16]

Isegi kui spetsiaalsed salvestused on olemas, on noodikirja lugemise oskus kindlasti vajalik muusika kirja panemiseks ja õppimiseks edasijõudnute tasemel.

3.2 Noodigraafikaprogrammid

Noodigraafikaprogramme kasutatakse peamiselt muusika digitaalseks kirjapanemiseks, noodikirja esitamiseks ja muutmiseks.

Üldiselt pakuvad erinevad noodigraafikaprogrammid nootide sisestamiseks kolme erinevat meetodit:

1. Arvutiklaviatuuri
2. Arvutihiirt
3. MIDI-klaviatuuri

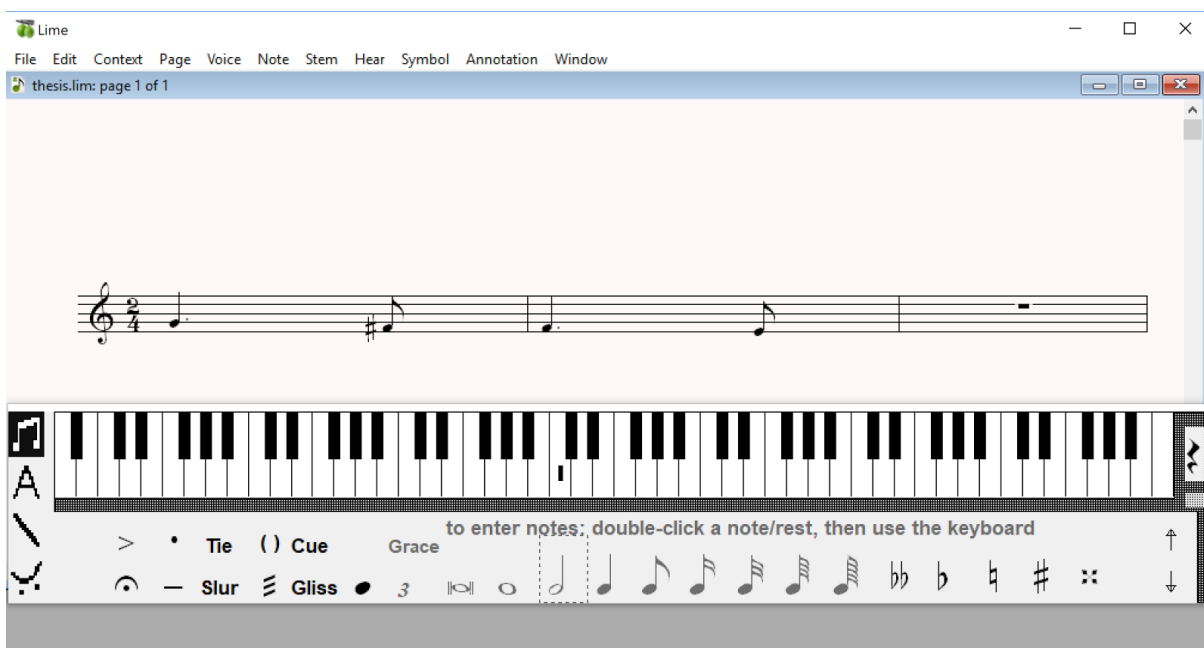
Programmis võib olla kasutusel mitu sisendit eraldi (s.t kõike saab teha ainult arvutihiire või ka ainult arvutiklaviatuuri abil), kuid üldiselt kasutatakse mingit kombinatsiooni neist kolmest. See tähendab näiteks, et kui noodi pikkus ja asukoht on arvutihiirega valitud, saab kasutaja MIDI-klaviatuuri kasutades nii kaua noote klaviatuuril mängides noodikirja sisestada, kuni noodi pikkust tahab muuta.

Minimaalselt võiks olla noodigraafikaprogrammis võimalik sisestada erineva pikkustega noote ning pause, lisada vajadusel nootidele alteratsioonimärke, valida helistikku ning taktimõõtu, et panna kirja lihtsamaid palasid. Keerulisema muusika kirja panemiseks peaks saama sisestada akorde, kasutada erinevaid noodivõtmeid, sisestada dünaamika-märke ja muud.

Tavaliselt saab noodigraafikaprogrammides ka eksportida muusikat, et loodud noote oleks võimalik ka väljaspool rakendust kasutada. Eksportitav fail võib olla näiteks MIDI või MusicXML failiformaadis või noodigraafikaprogrammile spetsiifilises failiformaadis.

Kõik alltoodud rakendused on võimelised importima MusicXML-faili ning seda noodikirja kujul kuvama. Samuti on kõik alltoodud rakendused võimelised mängima imporditud faili. Need omadused on olulised selleks, et nägijad saaksid näiteks antud bakalaureusetöö käigus koostatud rakenduse väljundit noodi kujul näha ja kuulata. Viimast vajavad ka vaegnägijad, kuna hetkel töö käigus kirjutatud notatsiooniprogramm kogu sisendi järjest kuulamist ei toeta. Rakendused on järjestatud alates kõige vaegnägijasõbralikumast. Nimekirjast on jäetud välja paljud populaarsed ja võimekad noodigraafikaprogrammid (Finale, Noteworthy, Composer jt), kuna neil puudub tugi vaegnägijate jaoks. Samuti pole alltoodud programmid ainukesed, millel kohandused vaegnägijatele on.

Lime ja Lime Aloud

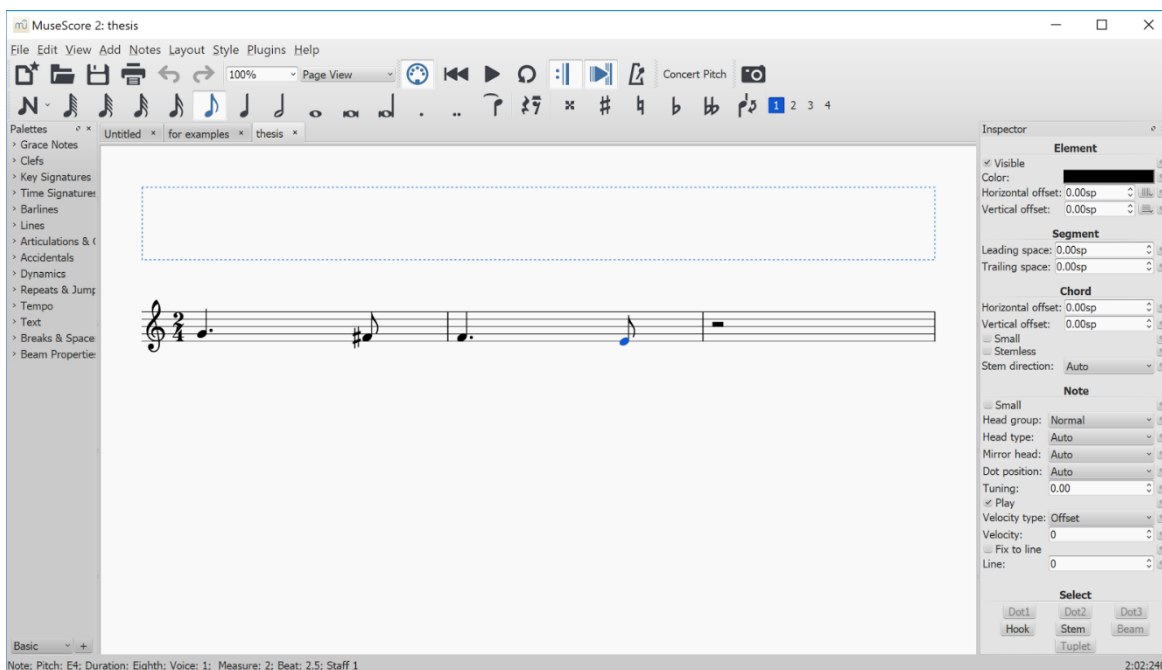


Joonis 1. Lime.

Lime (vt Joonis 1) on vabavaraline noodigraafikaprogramm, mis on töötab operatsioonisüsteemidel Mac OS ja Windows [17]. Lime Aloud on tasuta lisa rakendusele Lime ja toetab vaid Windows operatsioonisüsteemi. Lime Aloud on kasutatav koos JAWS ekraanilugemise tarkvaraga. Lime Aloudiga on võimalik Lime programmis liikuda tavaliste klaviatuuriklahvidega, sealjuures mängides arvuti igat nooti või akordi JAWS tarkvara

abil, millele liiguti. Lime'i ja Lime Aloudi koos kasutades on võimalik ühendada arvutiga ka MIDI klaviatuur ning mängida lugu metronoomi järgi, sealjuures tõlgib Lime automaatselt mängitu ekvivalentseks noodikirjaks [18].

MuseScore

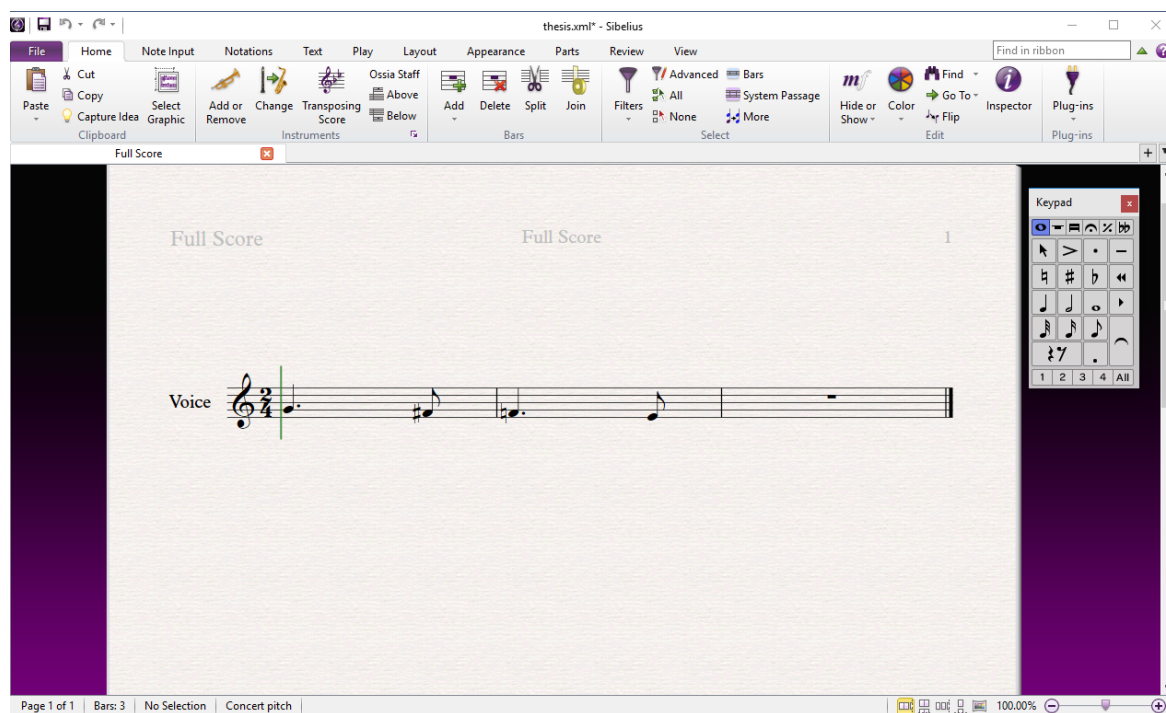


Joonis 2. MuseScore.

MuseScore (vt Joonis 2) on vabavaraline noodigraafikaprogramm. MuseScore toetab kõiki peamisi operatsioonisüsteeme (Windows, Mac, Linux, Chromebook) [19].

Alates MuseScore 2.0 versioonist toetab MuseScore NVDA ekraanilugejat. JAWS ja VoiceOver ekraanilugejaga pole rakendust testitud. MuseScore rõhutab, et antud versioonis on vaegnäijatele tehtud lihtsamaks peamiselt nootide kuulamine, mitte muutmine. Nootide vahel ainult klaviatuuri kasutades liikumine, kuulamine ja ka rakenduse välimuse muutmine on korralikult dokumenteeritud. Samuti on kirjas, et nootide lisamine on siiski võimalik vaid klaviatuuri kasutades, kuid see võib keerulisemate nootide puhul olla tülikas [20].

Sibelius



Joonis 3. Sibelius.

Sibelius (vt Joonis 3) on tasuline programm. Sibeliusel on olemas versioonid erinevatele operatsioonisüsteemidele (Windows ja Mac OS). Sibelius 7.5.1 versioonis tehti mitmeid muudatusi, et NVDA ekraanilugejatega kasutajatel Sibeliusi lihtsam kasutada oleks. Küll aga ei toeta antud versioonimuudatus JAWS ekraanilugejat [21]. On olemas programm Sibelius Speaking, mis ühildub JAWS ekraanilugejaga, kuid alates 2009. aasta aprillist pole sellele enam uuendusi tehtud, mistõttu töötab Sibelius Speaking vaid Sibelius 3 versioonini [22]. Sibelius Access on kogum skriptidest, mida kasutades saab kasutada ekraanilugejaga JAWS Sibeliusi 6.20 versioonini [23-25].

4. Notatsiooniprogramm

Töö autor: Liis Mäeots

Notatsiooniprogramm

Kasutusjuhendi kuvamiseks või peitmiseks vajuta klahvi 'k'.

- Sisesta helistik: positiivse numbriga sisestada dieeside arv helistikus, negatiivse numbriga bemollide arv
- Sisesta taktimõõt: 2/4 taktimõõdu jaoks vajuta kõigepealt klahvi 2, seejärel 4
- Sisesta noodi pikkus: 1 on täisnoot, 2 on poolnoot, 4 on veerandnoot, 8 on kaheksandiknoot ja 16 kuueteistkümnendiknoot
- Kui tegu on punktiga noodiga, sisesta punkt
- Kui noodil on diees, sisesta +, kui bemoll, sisesta -
- "Mängi" nooti klaviatuuril. Klahvid QWERTYU on viies oktaav, klahvid ASDFGHJ on neljas oktaav, klahvid ZXCVBNM kolmas oktaav
- Pausi tähistab tühik
- Järgmise noodi sisestamiseks vali uuesti noodi pikkus, seejärel kõrgus ja jätk kuni loo lõpuni
- Faili allalaadimiseks vajuta ENTER



Joonis 4. Notatsiooniprogramm.

Kuigi notatsiooniprogramme on palju, pole autorile teadaolevalt teist eestikeelset vabavaraalset programmi, mis võimaldaks vaegnägijatel lihtsalt muusikat sisestada ning sobivas formaadis teistega jagada. Olemasolevad programmid on võõrkeelsed ning samuti liiga ebamugavad vaegnägijatele või kallid.

Töö autori poolt kirjutatud notatsiooniprogrammis (vt Joonis 5) sisestab kasutaja arvuti-klaviatuuril muusika ning kasutajal on võimalus seda alla laadida MusicXML-failina. Seda failiformaati kasutatakse mitmetes juba olemasolevates programmides, sealhulgas töös välja toodud noodigraafikaprogrammides, sisendina noodikirja kuvamiseks ning muusika ettemängimiseks. Seega on lihtne vaegnägijatel jagada notatsiooniprogrammiga koostatud MusicXML-faili nägijatega, kes saavad faili endale sobivat noodigraafikaprogrammi kasutades kuvada noodikirjas ja vajadusel graafikaformaati teisendada või kasutamiseks välja printida.

Notatsiooniprogramm on hetkel mõeldud lihtsama muusika kirjapanemiseks ning kasutaja saab sisestada ise helistiku, taktimõõdu ning noote ja pause kolmes oktaavis. Antud

piirangud pole ilmselt probleemiks, kuna kirjutatud programmi sihtgrupiks on alles algaja ja harrastaja tasemel kasutajad (näiteks kooliõpilased). Sisestatu kuvatakse ka ekraanile lihtsustatud noodigraafikana.

4.1 Kasutusjuhend

Töö käigus loodud notatsiooniprogrammi teisendusalgorithm teisendab klaviatuurisisendit MusicXML-failiks. Programmi kasutamine käib järgnevalt.

Esiteks sisestatakse helistik. Helistiku valimiseks tuleb vajutada klaviatuuril numbrile, mis vastab helistikumärkide arvule, sealjuures dieeside arv on positiivne number ja bemollide arv negatiivne. Näiteks C-duuri või a-molli sisestamiseks tuleb vajutada 0. Vastavalt on näiteks G-duur ja e-moll 1 ning F-duur ja d-moll -1.

Järgmisena tuleb sisestada taktimõõt. Selleks sisestada esiteks murru lugeja ehk löökide arv taktis ning seejärel murru nimetaja ehk ühe noodi vältus. Hetkel toetab rakendus vaid 2/4, 3/4, 4/4, 3/8 ja 6/8 taktimõõte. Võimalik on sisestada ka mõningaid teisi kombinatsioone, aga neid pole rakenduses testitud.

Pärast helistiku ja taktimõõdu sisestamist saab sisestada noote. Iga uue noodi puhul tuleb esiteks kirja panna noodi pikkus. Number 1 vastab täisnoodile, 2 poolnoodile, 4 veerandnoodile, 8 kaheksandiknoodile ning arv 16 kuueteistkümnendiknoodile. Kui noot on punktiga, siis sisestada pärast pikkust ka punkt.

Kui noot, mida sisestada soovitakse on dieesi või bemolliga, siis tuleb vajutada vastavalt kas + või - klahvi enne noodi kõrguse määramist.

Hetkel on rakenduses võimalik mängida kolmes oktaavis. Viies oktaav ehk klaviatuuri tähtede ülemine rida algab Q-st ning lõpeb U tähega, neljas oktaav ehk keskmine rida algab A-st ning lõpeb J-ga, kolmas oktaav ehk alumine täherida klaviatuuril algab Z tähest ja lõpeb M-ga. QWERTY klaviatuuriga on noote kõige mugavam sisestada, kuna siis on üks oktaav igal klaviatuuri tähereal ning noodid on järjest. Pausi sisestamiseks tuleb vajutada pärast noodi pikkuse sisestamist tühikut.

Noote saab kustutada *backspace* klahvi vajutades. Kui kasutaja on juba sisestanud noodi kõrguse, kustutatakse eelmine noot täielikult. Kui kasutaja pole veel noodi kõrgust sisestanud, kustutatakse viimase klahvivajutusega lisatud atribuut. See tähendab, et kui kasutaja on sisestanud näiteks noodi pikkuse ja alteratsioonimärgi ning vajutab seejärel *backspace* klahvil, kustutatakse vaid alteratsioonimärk.

Sisestusklahvi vajutades avatakse automaatselt faili allalaadimise aken ja kasutaja saab tulemuse MusicXML kujul alla laadida.

4.2 Kasutusliides

Notatsiooniprogrammi kasutusliides on minimalistlik. Üleval on kasutusjuhend programmi kasutamiseks ning klahvide vajutamisel tekib sisendile vastav kujutis. Kasutusjuhendit peidetakse ja kuvatakse klahvile 'k' vajutamisega.

Pildielementidel on alternatiivsed tekstid ekraanilugeja jaoks ning kasutatud on svg-faile. SVG ehk *scalable vector graphics* on vektorgraafika failivorming [25]. Vektorgraafika on kujutise esitamise viis, mille puhul piirjoon on arvutis määratletud kõverjoone valemiga. Nii moodustatud vektorkirja suurus on erinevalt bittkirjast muudetav sujuvalt ja moonusteta [26].

Samuti on kõigi elementide suurused ja vahed kirja pandud omavaheliste suhetena, mitte pikslitena, et veebilehitsejas teksti suurust muuta saaks.

Noodikirja näidatakse notatsiooniprogrammis piltidena (vt Joonis 5). Kui kasutaja on sisestanud helistiku, kuvatakse viiulivõti ja helistikumärgid noodijoonestikul, ning pärast taktimõõdu sisestamist kuvatakse ka taktimõõt. Noote ja pause ei kuvata noodijoonestikul, näidatakse vaid noodi või pausi pikkus pildina ja vajadusel alteratsioonimärgid või punkt. Noodi kõrgus on kirjas noodi all noodi tähtnimetuse ning oktaavi numbri kombinatsioonina. Taktijooned joonistatakse, kui sisestatud nootide ja pauside pikkus on võrdne või ületanud takti vältuse.

4.3 Rakenduse algoritm ja tehniline info

Notatsiooniprogramm on kirjutatud veebirakendusena, seega vajatakse kasutamiseks vaid veebibrauserit, kus pole JavaScript keelatud.

Rakenduse veebiliides on kirjutatud kasutades HTML märgenduskeelt ja CSS stiililehte. Kasutaja sisendi lugemine ning antud sisendi teisendamine kirjutati JavaScripti programmeerimiskeeles. Rakenduse algoritm jaotub etappideks. Esimesena sisestab kasutaja helistiku. Kui sisend on sobiv, liigub rakendus järgmise etapi juurde. Selles sisestab kasutaja löökide arvu taktis. Algoritm kontrollib, kas tegu on numbriga, mida rakendus toetab, ning positiivse vastuse puhul liigub järgmisesse etappi. Kolmandas etapis sisestab kasutaja heli vältuse ehk taktimõõdu murru nimetaja.

Pärast taktimõõdu sisestamist tekitab rakendus attributes objekti, mis lisatakse kõige esimesele takti objektile. See on ühekordne toiming, mis määrab MusicXMLis hiljem *attributes* elemendi ning selle sisu. Täpsemalt kirjeldatakse MusicXMLi ülesehitust järgmises peatükis.

Seejärel saab kasutaja hakata sisestama noote. Algoritm liigub nootide sisestamisel neljanda ja viienda etapi vahel. Neljandas etapis sisestatakse noodi pikkus. Erinevalt näiteks MuseScore noodigraafikaprogrammist, kus täisnooti tähistab 7, poolnooti 6 jne ehk pikkused muutuvad iga täisarvuga 2 korda, sisestatakse autori poolt kirjutatud notatsiooni-programmis nootide pikkusi numbritega 1,2,4,8 ja 16. Sellise lahenduse puhul teab kasutaja kohe noodi pikkust ja saab selle kirja panna, mitte ei pea seda ümber kodeerima.

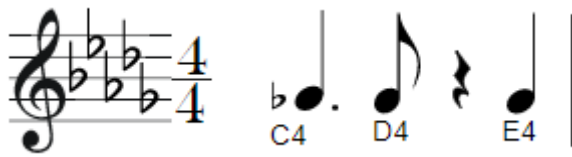
Viies etapp on kõige mahukam. Viiendas etapis saab kasutaja sisestada punkti märkimaks punktiga nooti. Lisaks kontrollib algoritm, kas kasutaja on sisestanud miinus- või plussmärgi, tähistamiseks vastavalt kas bemolli või dieesi noodi ees. Rakendus toetab ka duubelbemolle ja -dieese.

Rakendus on kirja pandud QWERTY klaviatuuri jaoks, seega vastavad viienda oktaavi noodid klaviatuuri ülemise rea tähtedele q-st u-ni, neljanda oktaavi noodid keskmise rea tähtedele a-st j-ni ning kolmanda oktaavi noodid tähtedele z-st m-ni. Rakendus mängib noodile vastavat kõrgust helina kasutades MIDI.js-i [27].

Kui noodi kõrgus on sisestatud, tekitab rakendus sellest objekti ja lisab selle nootide järjendisse. Seejärel kontrollib rakendus, kas tegu oli takti lõpuga. Kui jah, lisatakse nootide järjend takti objektile ning takti objekt lisatakse taktide järjendisse. Takte arvutatakse nii, et võrreldakse nootide loenduri suurust takti vältuse suurusega. Algoritm lubab sisestada ka noote, mille lisamisel on taktis ettenähtust suurem vältus. Kui taktimõõt on 2/4 ja sisestatud on juba punktiga veerandnoot, ei keela rakendus näiteks veerandnoodi sisestamist. Seejärel liigub algoritm tagasi neljanda etapi juurde, et kasutaja saaks alustada järgmise noodi sisestamist.

Kui kasutaja vajutab sisestusklahvi, teisendab programm xmlbuilder [28] moodulit kasutades tehtud objektid ja objektide järjendid MusicXML-failiks ning kasutajal avaneb automaatselt faili allalaadimise aken.

4.4 MusicXML-iks teisendamine



Joonis 5. Näidissisend.

Kuna notatsiooniprogrammi näol on tegu väga lihtsakoelise programmiga, on selles kirja pandud MusicXML kirja pandud võimalikult vähete elementidena. Selles peatükis kirjeldan näidissisendi abil (vt Joonis 6), milliseid atribuute notatsiooniprogramm MusicXMLis kasutab.

Algussätted



```
- <attributes>
  <divisions>48</divisions>
  - <key>
    <fifths>-5</fifths>
  </key>
  - <time>
    <beats>4</beats>
    <beat-type>4</beat-type>
  </time>
  - <clef>
    <sign>G</sign>
    <line>2</line>
  </clef>
</attributes>
```

Joonis 6. Atribuudid.


Helistikule ja taktimõõdule vastav MusicXML on näha joonisel 7. *Divisions* atribuuti ei sisesta kasutaja, vaid see on teisendusalgoritmi sisse kirjutatud. Noodipikkustele viidatakse enamasti murdudena: täisnoodid, poolnoodid jne. MusicXML aga järgib MIDI eeskujuga ja pala alguses pannakse kirja seos veerandnoodi jagunemise kohta [29]. See tähendab, et antud programmis tähistab veerandnoot 48 jaotust ehk *divisions* on 48.

Key ja *fifths* atribuudid tähistavad helistikku, milles on lugu kirja pandud. Sealjuures märgitakse helistikku alteratsioonimärkide arvuna, kus positiivsed arvud tähistavad dieeside arvu helistikus ja negatiivsed arvud bemollide arvu.

Time atribuut tähistab taktimõõtu. *Beats* on löökide arv taktis ning *beat-type* ühe löögi vältus.

Clef koos väärtuse G ja joonetähisega 2 tähistab viulivõtit ning on hetkel samuti sisestatud programmi poolt ning kasutaja bassivõtit kasutada ei saa.

Noot



A musical notation showing a quarter note on a staff with a flat sign (b) to its left. Below the note is the label 'Cb4'.

```
- <note>  
  - <pitch>  
    <step>C</step>  
    <alter>-1</alter>  
    <octave>4</octave>  
  </pitch>  
  <duration>72</duration>  
  <type>quarter</type>  
  <dot/>  
</note>
```


Joonis 7. Noot.

Nooti tähistab atribuut *note* (vt Joonis 8), kus *pitch* tähistab noodi kõrgusega seonduvat. *Step* on noodi tähemärk, *alter* alteratsioonimärk, kus taaskord negatiivsed numbrid tähistavad bemolli ning positiivsed dieesi. Tähele tasub panna seda, et kui noodi alteratsioonimärk on 0, kuid helistiku järgi peaks noodil alteratsioonimärk olema, arvestab MusicXML seda bekarrina. *Octave* element tähistab oktaavi, milles noot mängiti.

Duration element tähistab noodi pikkust jaotustes, mis esialgsestes atribuutides määratud. Antud juhul, kuna tegemist on punktiga veerandnoodiga ning veerandnoodile vastab jaotus 48, on noodi pikkuseks 72 ehk $1.5 * 48$. Poolnoodile vastab jaotus 96 ehk $2 * 48$ ning kaheksandiknoodile 24, ehk $0.5 * 48$ jne.

Type tähistab noodi tüüpi murruna. Kui panna kirja MusicXMLi, kus punktidega noote pole, ei ole *type* elementi vaja. Punkti ennast tähistab MusicXML atribuut *dot*.

Paus



```
- <note>  
  <rest/>  
  <duration>48</duration>  
  <type>quarter</type>  
</note>
```

Joonis 8. Paus.

Paus (vt Joonis 9) pannakse samamoodi kirja *note* elemendina. Pausi tähistatakse *rest* atribuudiga ning lisaks on määratud samamoodi tavanoodiga pausi pikkus jaotustes ja tüüp. Ka punkti tähistatakse pausil samamoodi nagu tavanoodil.

Takt

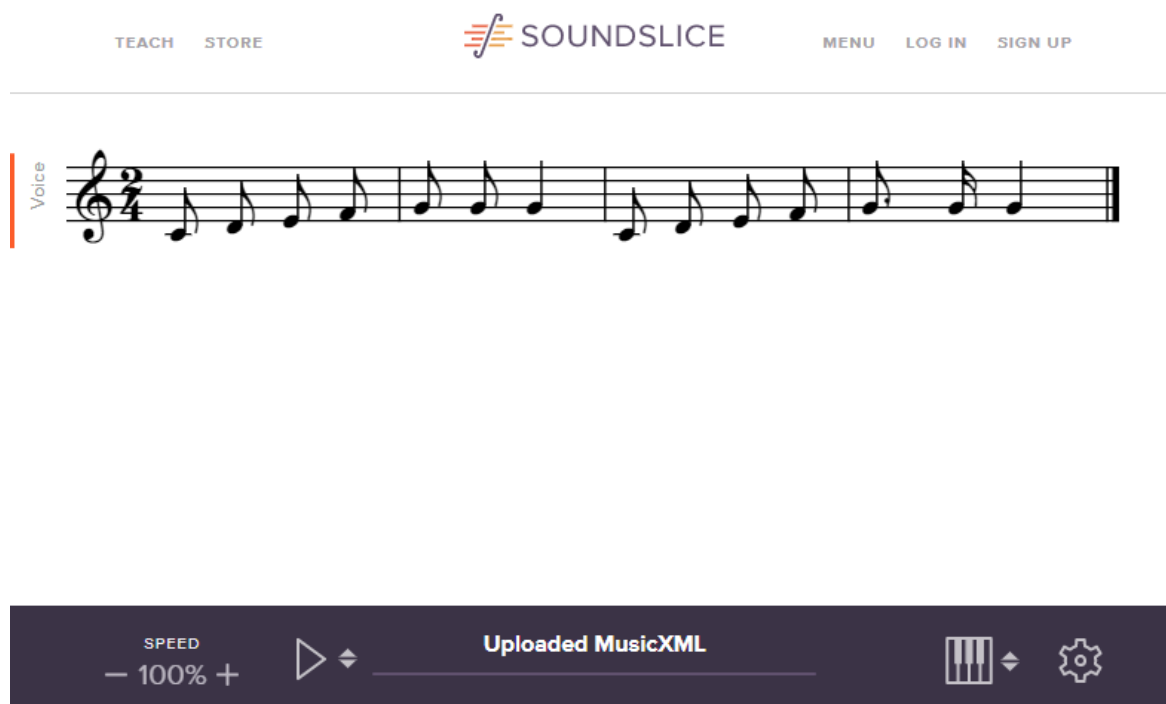
```
- <measure number="0">  
  + <attributes>  
  + <note>  
  + <note>  
  + <note>  
  + <note>  
</measure>
```

Joonis 9. Takt.

Takte (vt Joonis 10) tähistatakse *measure* atribuudiga. Taktid on nummerdatud ning *attributes* element on notatsiooniprogrammis alati taktis numbriga 0.

4.5 Testimine

Notatsiooniprogrammi teisendusalgorithmi poolt kokku pandud MusicXML-faili õigsuse kontrollimiseks kasutas autor peamiselt Soundslice Free MusicXML Viewer programmi (vt Joonis 11) [30].



Joonis 10. Soundslice Free MusicXML Viewer.

Tegu on tasuta veebipõhise programmiga, mis võtab sisendiks MusicXML-faili ning kuvab kasutajale muusikat noodijoonestikul. Samuti on võimalik muusikat kuulata.

Testimiseks kasutas autor lisaks ka MuseScore 2 programmi, mida on töös eespool kirjeldatud.

Rakenduses olevat kasutajajuhendit testides palus autor mitmel inimesel rakendust kasutada ning kommenteerida, kui hästi nad enda hinnangul rakenduse kasutamisega hakkama saavad ning kui lihtne on juhistest aru saada.

Samuti testis töö autor rakendust järgnevaid juhiseid järgides [31]:

1. Lülita pildid välja – vaata, kas alternatiivtekstid on iga pildi asemel olemas
2. Lülita heli välja – vaata kas sama sisu on ka tekstina võimalik lugeda
3. Proovi brauseri nuppudega suurendada ja vähendada teksti suurust – veendu, et tekstisuurus muutub kogu lehel ja leht on kasutatav ka suurte tekstide puhul

4. Proovi lehte vaadata erinevate resolutsioonidega (väiksematega) – veendu, et ei oleks vaja ka siin horisontaalset scrolli, testi seda erinevatel veebilehitsejatel
5. Muuda värvid must-valgeks või prindi see must-valgelt välja ning veendu, et kogu info on loetav
6. Ilma hiirt kasutamata, kasutades ainult klaviatuuri, navigeeri läbi veebilehe ja veendu, et saad ligi kogu veebisisule.

Rakenduse testimise tulemused on järgmised:

1. Notatsiooniprogramm läbis testi. Nootide piltide asemel on alternatiivtekstina kirjas noodi pikkus
2. Kui noote ei kuulata, siis saab nootide kõrguse teada teksti abil nootide all.
3. Tekstisuurus muutub veebibrauseri vaate suurust muutes ning on kasutatav.
4. Horisontaalset scrolli pole vaja. Rakendus võiks lisada iga uue rea algusesse uuesti viiulivõtme ning helistikumärgid
5. Rakendus on juba must-valge
6. Rakendus on mõeldud kasutamiseks vaid klaviatuuriga

Nimekirjast järeldeb, et notatsiooniprogramm täidab peamisi nõudeid rakenduse ligipääsetavuse tagamiseks. Mõned probleemid siiski leiduvad. Need on järgmises peatükis ka välja toodud.

4.6 Edasiarendusvõimalused

Rakenduse testimisel tulid välja mõned probleemid, mis selle kasutamist segada võivad. Kui vajutada klahvi, mida pole rakenduse algoritmis ette nähtud, kuvatakse kasutajale veateade juhistega, mida vajutama peaks. Rakenduse kasutamise mõttes on selline käitumine vajalik, kuid võib probleeme tekitada juhul, kui näiteks brauserivaate suurendamiseks kasutatakse mõnda klahvikombinatsiooni, kuna notatsiooniprogramm kuvab selle peale veateate. Samuti ei kuva rakendus iga uue rea alguses helistikumärke ja viiulivõtit. Selline lahendus võtab ekraanil vähem ruumi, kuid võtme ning võtmemärkide kuvamine uue noodirea alguses on noodikirjas tavapärane ning nende puudumine võib nägijast kasutajale segadust tekitada.

Hetkel ei sisalda koostatav MusicXML-fail ühtegi juhust selle kohta, kuidas noote kuvada. See tähendab, et näiteks järjestikuseid kaheksandiknoote ei ühendata omavahel, mistõttu

võib mõnes teises noodigraafikaprogrammis notatsiooniprogrammi poolt koostatud tulemus veidi harjumatu välja näha.

Samuti võiks tulevikus juhtudel, kus nootide vältus taktis ületab takti vältuse, viimase noodi kaheks jagada ning pidekaarega ühendada.

Tulevikus võiks kindlasti toetatud olla lisaks viiulivõtmele ka bassivõti. Sealjuures siis bassivõtit valides saaks "mängida" oktaavites 2-4 praeguse 3-5 asemel.

Samuti võiks olla tulevikus võimalik sisestada ka akorde. MIDI.js võimaldab juba praegu mitme klahvi korraga alla vajutamisel kuulda mitut helikõrgust korraga, kuid esialgu tundus akordide sisestamine juhtudel, kus vähemalt üks nootidest oli erinevas oktaavis teistest liiga ebamugava tegevusena. Samuti ei saa praeguse algoritmiga lisada alteratsioonimärke üksikutele nootidele akordis. Seega pole praeguses rakenduse versioonis seda implementeeritud, kuid kuna tegu on olulise funktsiooniga ei välista autor, et seda tulevikus ei tehta.

MIDI.js-i abil pole kuigi keeruline lisada võimalust mängida noote lisaks klaverile ka mõnel muul instrumendil. Klaver valiti notatsiooniprogrammi seetõttu, et arvutiklavatuuril nootide sisestamine sarnaneb rohkem klaveri klahvide kasutamisele kui kitarrikeeltele mängimisele ning võiks seetõttu intuiivsust rakendusele lisada. Samuti ollakse klaveri kõlaga rohkem harjunud, mis teeb vähese kogemusega muusikutele, näiteks kooliõpilastele, muusika sisestamise lihtsamaks. Kui aga peaks tekkima huvi ka teistsuguste instrumentide järele, saab neid vähese vaevaga lisada.

5. Kokkuvõte

Töös uuriti vaegnägemise mõistet, braille noodikirja ning vaegnägijatele mõeldud programmide nõudeid. Selle põhjal koostati vaegnägijatele kasutamiseks mõeldud notatsiooniprogramm. Programm võimaldab arvutiklaviatuuril sisestada muusikat, seda nootidena lihtsustatud kujul ekraanil näha ning MusicXML-failina alla laadida.

Et antud programm oleks kõigile potentsiaalsetele kasutajatele paremini kättesaadav, on tegu veebirakendusega ja nõuded operatsioonisüsteemile puuduvad. Veebiliidese loomisel järgiti uuritud soovitusi veebirakenduse vaegnägijatele kasutatavaks tegemisel. Rakenduse pildielementidel on alternatiivtekstid, teksti suurus ja paigutus on kirja pandud suhteliste suurustena ja programm on kasutatav ainult arvutiklaviatuuriga.

Töös kirjeldati ka programmi teisendusealgoritmi, kasutajaliidest ja toodi välja programmi kasutamise juhised ja ligipääsetavuse testi tulemused. Testimine suuri probleeme ei tuvastanud. Programmil on mitmeid edasiarendusvõimalusi, kuid rakenduse funktsioonid on hetkel piisavad sihtgrupi (algajate vaegnägijatest muusikute) vajaduste rahuldamiseks.

6. Viidatud kirjandus

- [1] FreeDots -- MusicXML to Braille Music translation. <https://delysid.org/freedots.html> (13.08.2017)
- [2] GOODFEEL Braille music translator. <http://www.dancingdots.com/main/goodfeel.htm> (13.08.2017)
- [3] Nägemispuue. <http://pimedateliit.ee/info/nagemispuue/> (13.08.2017)
- [4] Nägemispuue - Põhja-Eesti pimedate ühing. <http://www.ppy.ee/index.php/nagemispuue> (13.08.2017)
- [5] Vassenin, A. Nägemispuudega inimesed. Tallinn: Eesti Puuetega Inimeste Koda, 2003
Rebane, Kadri-Liis Nägemispuudega inimeste meediatarbimine kaudu, 2006

- [6] Veebi sisu juurdepääsetavussuunised (WCAG) 2.0.
<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-et/#ensure-compatible> (13.08.2017)
- [7] Screen readers - American Foundation for the Blind.
<http://www.afb.org/prodBrowseCatResults.aspx?CatID=49> (13.08.2017)
- [8] Tips and Tricks to Improve Web Accessibility - American Foundation for the Blind.
<http://www.afb.org/info/programs-and-services/technology-evaluation/creating-accessible-websites/tips-and-tricks/1235> (13.08.2017)
- [9] W3C (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.
<https://www.w3.org/TR/WCAG> (13.08.2017)
- [10] Braille noodikiri - Eesti punktkirja käsiraamat.
<http://www.tek.tartu.ee/punktkiri/index.html#!brailleNoodikiri> (13.08.2017)
- [11] Punktkirjast - Eesti punktkirja käsiraamat.
<http://www.tek.tartu.ee/punktkiri/index.html#!punktkirjast> (13.08.2017)
- [12] Kaheksa punkti süsteem - Eesti punktkirja käsiraamat.
<http://www.tek.tartu.ee/punktkiri/index.html#!kaheksaPunktiSSteem> (13.08.2017)

- [13] Braille music - RNIB - Supporting people with sight loss. <http://www.rnib.org.uk/braille-and-moon-%E2%80%93-tactile-codes/braille-music> (13.08.2017)
- [14] Some Facts and Sources, Braille Music and Technology.
http://www.blindmusicstudent.org/facts_braille_tech.htm (13.08.2017)
- [15] Simpson, D. Student David. KEYBOARD INSTRUCTION OF THE BLIND.
http://www.blindmusicstudent.org/Articles/keyboard_instruction_simpson.htm
(13.08.2017)
- [16] CERL Sound Group. <http://www.cerlsoundgroup.org/main.html> (13.08.2017)
- [17] Lime Aloud from Dancing Dots. <http://www.dancingdots.com/prodesc/limealoud.htm>
(13.08.2017)
- [18] Installation | MuseScore. <https://musescore.org/en/handbook/installation> (13.08.2017)
- [19] Accessibility | MuseScore. <https://musescore.org/en/handbook/accessibility> (13.08.2017)
- [20] Sibelius Accessibility for the Visually Impaired User.
http://avid.force.com/pkb/articles/en_US/how_to/Sibelius-Accessibility-for-the-Visually-Impaired-User (17.04.2016)
- [21] Sibelius Speaking 3. <http://www.dancingdots.com/prodesc/SibSpeaking.htm> (17.04.2016)
- [22] Sibelius for the visually impaired. <http://www.scoringnotes.com/tips/sibelius-visually-impaired/> (13.08.2017)
- [23] Sibelius Access V5. <http://www.raisedbar.co.uk/Sibelius/SibeliusAccessV5.htm>
(13.08.2017)
- [24] Gibbs, K. Developments in Sibelius Give Blind and Visually Impaired Musicians More Tools to Craft Their Scores. <http://www.avidblogs.com/visually-impaired-musicians-craft-their-scores-with-sibelius/> (13.08.2017)
- [25] SVG Tutorial. https://www.w3schools.com/graphics/svg_intro.asp (13.08.2017)
- [26] vektorgraafika - Eesti entsüklopeedia. <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/vektorgraafika>
(13.08.2017)
- [27] MIDI.js. <https://github.com/mudcube/MIDI.js/> (13.08.2017)

- [28] xmlbuilder. <https://www.npmjs.com/package/xmlbuilder> (13.08.2017)
- [29] Attributes - MusicXML. <http://www.musicxml.com/tutorial/the-midi-compatible-part/attributes/> (13.08.2017)
- [30] Free MusicXML viewer. <https://www.soundlice.com/musicxml-viewer/> (13.08.2017)
- [31] Kasutajatest lähtuv veeb. Koolitus kasutatavuse ning ligipääsetavuse tagamiseks veebis. https://www.ria.ee/public/Programm/Tark_e_riik_2011/oppematerjalid_2011.pdf (13.08.2017)

Lisad

I. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Liis Mäeots**,

(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Notatsiooniprogramm vaegnägijatele,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on Sven Aller,

(juhendaja nimi)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **14.08.2017**