



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Opleiding Informatica

Programmeren voor Blinde en Zwaar Slechtziende
Leerlingen

Anthonie Schaap

Begeleiders:

Anna van der Meulen & Nele Mentens

BACHELOR THESIS

Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)

www.liacs.leidenuniv.nl

07/05/2021

Samenvatting

In de wereld van de digitalisering is het van groot belang om goed om te kunnen gaan met een computer. Voor mensen die graag verder willen gaan in de computerwereld komt programmeren in beeld. Helaas is een computer niet altijd even toegankelijk voor verschillende soorten mensen. In dit onderzoek is gekeken welke (hulp)middelen nodig zijn om leerlingen met een visuele beperking in het speciaal onderwijs zelfstandiger te laten werken tijdens een programmeerles. Bij het onderzoek zijn vier online interviews gehouden. Twee interviews met docenten uit het speciaal onderwijs (Visio¹) en twee interviews met ervaringsdeskundigen op het gebied van programmeren met een visuele beperking. De interviews zijn vervolgens naast elkaar gelegd en de belangrijkste thema's zijn geanalyseerd. Uit de interviews blijkt voornamelijk dat het reguliere onderwijs nog niet adequaat toegankelijk is voor leerlingen met een visuele beperking, zowel door de educatieve applicaties en websites als de docenten zelf die moeite hebben met het lesgeven aan een leerling met een visuele beperking.

¹<https://www.visio.org/onderwijs/>

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	Theoretisch Kader	2
2.1	Sustainable Development Goals	2
2.2	Sonic Pi	2
2.3	Ervaringsdeskundigen	4
3	Methode	5
3.1	Participanten	5
3.2	Procedure	5
3.3	Dataverwerking	6
4	Resultaten	8
4.1	Hulpmiddelen op Visio scholen	8
4.1.1	Terugkeer visueel beperkte leerlingen naar Visio scholen	9
4.1.2	Belemmeringen visuele beperking in het regulier onderwijs	10
4.1.3	Vergelijking met het buitenland	10
4.2	Ervaring visuele beperking in het regulier onderwijs	11
4.3	Ervaring visuele beperking in het bedrijfsleven	11
4.4	Hulpmiddelen bij het programmeren	12
4.5	Programmeerlessen voor op het speciaal onderwijs	12
4.5.1	Op eigen kracht programmeren	13
4.6	Toegankelijkheid	13
5	Conclusie en discussie	15
5.1	Het speciaal onderwijs voor visueel beperkte leerlingen	15
5.2	Regulier onderwijs en speciaal onderwijs	15
5.3	Programmeerlessen voor leerlingen met een visuele beperking	16
5.4	Toegankelijkheid	17
5.5	Beperkingen	18
5.6	Vervolgonderzoek	18
5.7	Conclusie	19
	References	20

1 Introductie

Het belang van programmeerlessen in het lager onderwijs is de laatste jaren enorm toegenomen [KM11]. Steeds meer wordt er met de computer gewerkt, waardoor er ook steeds meer geprogrammeerd moet worden. Daardoor is het van belang om leerlingen op vroege leeftijd deelgenoot te maken met basiskennis informatica.

Voor een leerling met een visuele beperking is dit belang misschien nog wel groter. Wereldwijd hebben mensen met een visuele beperking moeite met het vinden van of het behouden van een baan. Een bijdrage leveren aan de maatschappij in de vorm van een baan is enorm belangrijk voor het welbevinden van mensen. Banen waarbij enkel en alleen gebruik wordt gemaakt van een computer is voor mensen met een visuele beperking een ideale omgeving om te communiceren met de rest van de wereld.

Toch zijn de kansen voor mensen met een visuele beperking nog erg gering. Mensen met een visuele beperking lopen vaak tegen zaken aan als slecht toegankelijke websites, block-based programmeren en onbruikbare tekst-editors. Vaak kost het voor een visueel beperkte leerling meer tijd om zich te ontwikkelen in het programmeren, omdat er veel voorbereiding aan vooraf gaat. Denk hierbij aan het instellen van een tekst-editor, het bedenken van een andere aanpak als iets niet goed toegankelijk is en het testen van de code.

In deze paper is gekeken op welke manier(en) de zelfstandigheid van een visueel beperkte leerling verbeterd kan worden. Daarnaast is er ook gekeken naar het onderwijs in het algemeen en het verschil tussen de Visio scholen en het regulier onderwijs. Het onderzoek bestaat uit 4 interviews, waarbij 2 docenten van een Visio school en 2 ervaringsdeskundigen zijn geïnterviewd. Het doel van de interviews is voornamelijk het verkrijgen van informatie die kan leiden tot het vergroten van de zelfstandigheid van een visueel beperkte leerling tijdens een programmeerles.

Tot slot zou ik graag mijn begeleiders Anna van der Meulen hartelijk bedanken voor de wijze waarop zij mij heeft geholpen onderzoek te doen voor dit onderzoek en Nele Mentens bedanken voor het begeleiden van mijn scriptie als tweede begeleider. Daarnaast wil ik ook alle deelnemers aan het onderzoek bedanken, ik heb veel geleerd en een helder inzicht gekregen over het leren programmeren met een visuele beperking.

2 Theoretisch Kader

2.1 Sustainable Development Goals

Wat is een Sustainable Development Goal? De 17 Sustainable Development goals - opgezet door de United Nations - zijn richtlijnen en gestelde doelen waar de lidstaten in de toekomst aandacht aan moeten besteden. Eén van die doelen is “ensuring inclusive and equitable quality education and promoting lifelong learning opportunities for all” [HAA20]. Dit betekent dat landen er zorg voor moeten dragen dat alle burgers goed onderwijs aangeboden krijgen. Dit geldt dus ook voor burgers met een beperking van welke aard dan ook.

Een groep leerlingen die in het verleden minder goed onderwijs kreeg, zijn de slechtziende en blinde leerlingen. In het verleden waren er weinig hulpmiddelen voor deze groep leerlingen beschikbaar om goed mee te kunnen doen in het onderwijs [CMBP13]. Tegenwoordig is er al veel veranderd om deze groep leerlingen te helpen om beter kwalitatief onderwijs te kunnen volgen met steeds meer zelfstandigheid. Deze ontwikkeling heeft ervoor gezorgd dat er nu scholen zijn ontworpen speciaal voor slechtziende en blinde leerlingen (Visio scholen) en er ook blinde en slechtziende leerlingen zijn die met het regulier onderwijs mee kunnen draaien.

In deze paper zal gekeken worden welke verbeteringen zijn gerealiseerd wat betreft de zelfstandigheid van slechtziende en blinde leerlingen tijdens een programmeerles en welke verbeteringen er nog gemaakt kunnen worden om deze zelfstandigheid te vergroten. Door het verbeteren van de zelfstandigheid van leerlingen met een visuele beperking wordt verder voldaan aan de vierde Sustainable Development Goal, namelijk dat alle kinderen kunnen meedoen in het onderwijs.

2.2 Sonic Pi

In de zoektocht naar een juiste programmeerles die geschikt is voor leerlingen met een visuele beperking het van belang dat het typen van de code op een zelfstandige manier kan gebeuren en dat de uitvoer van de programmeertaal goed te interpreteren valt. Daarnaast is het van belang dat de programmeerles bijdraagt aan het leren programmeren in het algemeen, zodat leerlingen met een visuele beperking plezier kunnen hebben in de opdrachten en dat de opdrachten niet te lastig zijn.

Een mogelijke programmeerles die geschikt is voor leerlingen met een visuele beperking is via 3D printing. [KB14] In dit onderzoek van K. Kane is een project opgesteld waarbij deze groep kinderen drie weken een workshop krijgen aangeboden. Het resultaat van de geschreven code gaat over een fictionele economische crisis in de Verenigde Staten waarbij de output van de code geprint kan worden met behulp van een 3D printer. De kinderen kunnen vervolgens de resultaten van hun geschreven code beoordelen door te voelen aan de geproduceerde landkaart. Op deze manier van output beschouwen kunnen de kinderen duidelijker een inzicht krijgen in wat hun code heeft geproduceerd.

Andere mogelijke opties voor een programmeerles zijn fysieke robots, die met knoppen bestuurd kunnen worden. Een voorbeeld hiervan is de Bee-bot [Hum18]. De Bee-bot bezit 5 commando's, namelijk 15cm naar voren, links, rechts, naar achteren en de robot pauzeren voor 1 seconde [Hum18]. Hiermee kan een route die de Bee-bot kan bewandelen geprogrammeerd worden. Een programmeerles die gedaan kan worden met de Bee-bot is het bewegen door een doolhof waarbij de Bee-bot geen muren raakt en correct het doolhof doorloopt. De Bee-bot is vooral geschikt voor kinderen in de leeftijd van 4 tot 7 jaar in de groepen 1 tot en met 3, voor oudere kinderen is de Bee-bot te eenvoudig.

Programmeren kan ook worden onderwezen door middel van mondelinge uitleg over verschillende programmeeronderwerpen zoals algoritmes en iteraties [HHFdV17]. Wat niet aan te raden is zijn block-based programmeertalen of programmeertalen met veel niet-alfabetische karakters. De reden hiervoor is dat een screen reader de niet-alfabetische karakters moeilijk uitspreekt. Dit zou verwarrend kunnen zijn voor een leerling met een visuele beperking. Daarnaast is het typen van alfabetische letters eenvoudiger dan het typen van niet-alfabetische karakters op een braille toetsenbord.

De programmeerles waarover dit onderzoek gaat wordt uitgevoerd met behulp van het programma Sonic Pi. Sonic Pi is een open-source programma, gemaakt door Sam Aaron en het Sonic Pi Core Team. Het programma is geschreven in Ruby waarbij de output van de code geluid is. Er kan bijvoorbeeld een lied geprogrammeerd worden door aparte functies te maken van de bas, de gitaar, de drums en de piano. Zo kunnen leerlingen met een visuele beperking gemakkelijk de output van hun eigen gemaakte programma interpreteren en kunnen ze aan de hand van geluid horen welke eventuele fouten zijn gemaakt in de code. Dit maakt Sonic Pi erg geschikt als programmeertaal voor deze leerlingen. Zo noemt Alotaibi [HAA20] dat "Ruby and its interactive interpreter offer a sufficient, if not perfect, environment for teaching students with VI to program."

Een voorbeeld van de functies die gebruikt kunnen worden in Sonic Pi zijn:

- play :C - Speelt C-akkoord
- sleep 4 - Wacht 4 seconde
- play 70 - Speel specifieke noot
- amp: 2 - Maakt geluid 2x zo hard

Sonic Pi oogt als een High-Level programmeertaal, omdat de functies veel meer op de achtergrond doen dan de programmeur misschien denkt. De ingebouwde termen, zoals hierboven beschreven, maakt het eenvoudiger voor een onervaren programmeur om te werken met Sonic Pi [Sin20]. Deze eenvoud in Sonic Pi is erg geschikt voor leerlingen op de basisschool, die zelf natuurlijk ook weinig of geen programmeerervaring hebben.

Naast alle voordelen van Sonic Pi blijft het toch een uitdaging voor leerlingen om te programmeren met dit programma [Bol21]. Sonic Pi is een Engelstalige programmeertaal en dit is voor veel Nederlandse leerlingen een barrière. Helaas zijn er weinig of geen geschikte programmeertalen in het

Nederlands voor leerlingen met een visuele beperking, waardoor dit probleem moeilijk op te lossen lijkt. Het voordeel van een Engelstalige programmeertaal is wel dat de meeste programmeertalen op de wereld geschreven zijn in het Engels. Daarnaast is Sonic Pi geschreven in Ruby, een taal die werkt met geschreven code. Het nadeel aan geschreven code tegenover bijvoorbeeld de Bee-bot is dat een leerling met een visuele beperking de code zelf niet of slecht kan zien, waardoor de code alleen met een screen-reader en door te luisteren naar de output getest kan worden. Ook zijn er veel herhalingen van code - zoals een drumslag - waardoor een leerling mogelijk niet precies weet op welke codeerregel de cursor zich bevindt. Uit het onderzoek van Bennett [AHBM18] zien we ook dat bij screen readers vaak het probleem ontstaat dat een leerling met een visuele beperking niet precies weet in elke positie zijn/haar aanpassingen in de code hebben plaats gevonden. Doordat screen readers niet het regelnummer aangeven vanwaar de screen reader tekst aan het voorlezen is, kan een leerling met een visuele beperking verward raken in de locatie waar de cursor zich bevindt. In dit onderzoek worden ervaringsdeskundigen en leerkrachten van speciale scholen voor leerlingen met een visuele beperking geïnterviewd om erachter te komen hoe deze leerlingen in de praktijk omgaan met de screen reader en hoe de ervaringsdeskundigen kunnen werken met een screen reader.

2.3 Ervaringsdeskundigen

In het onderzoek zijn interviews gehouden met ervaringsdeskundigen. In de interviews zijn vragen gesteld over hoe een ervaringsdeskundige zijn programmeercarrière ervaart ten opzichte van zijn/haar visuele beperking. Deze informatie zou kunnen bijdragen aan de informatievoorziening die ons ter beschikking staat in de wereld van het programmeren met een visuele beperking. Kennis over dit onderwerp kan ook bijdragen aan vernieuwingen en verbeteringen in de hulpmiddelen die leerlingen met een visuele beperking gebruiken om zelfstandig te kunnen programmeren.

De vernieuwingen en verbeteringen voor programmeurs zonder visuele beperking moeten wel aansluiten bij de wensen van de programmeurs met een visuele beperking. Er zal dus eerst onderzoek gedaan moeten worden op welke wijze leerlingen met een visuele beperking en ervaringsdeskundigen te werk gaan en van welke hulpmiddelen ze gebruik maken. Vervolgens zal er onderzoek gedaan moeten worden naar mogelijke vernieuwingen of verbeteringen. De leerlingen en ervaringsdeskundigen kunnen dan aangeven welke verbeteringen vanuit hun oogpunt gewenst zijn en welke vernieuwingen zij graag zouden willen zien in de toekomst. Met de informatie die hieruit naar voren komt kan er gekeken worden welke gewenste verbeteringen ook daadwerkelijk te realiseren zijn. Het doel van het onderzoek is om een inzicht te krijgen in welke middelen er nodig zijn voor leerlingen met een visuele beperking om zelfstandig te kunnen programmeren in Sonic Pi. De analyse verkregen uit de vier interviews in combinatie met aanvullende relevante literatuur zal hierbij cruciaal zijn.

3 Methode

3.1 Participanten

Voor het onderzoek hebben vier participanten mee gedaan met een online interview. Hiervan zijn twee participanten werkzaam als docent bij Visio en de andere twee participanten zijn ervaringsdeskundigen op het gebied van programmeren met een visuele beperking. Eén van de docenten van Visio geeft les aan de bovenbouw, de andere docent is ICT begeleider/ondersteuner. Visio heeft ongeveer 10 leerlingen per klas. De ervaringsdeskundigen werken in de branche van de Informatica, o.a. als programmeur. Zij hebben in hun jeugd ook (deels) op een Visio school gezeten maar zijn snel doorgestroomd naar het regulier onderwijs. In de tabel hieronder staan de participanten die mee hebben gedaan aan het onderzoek. Vanwege privacy redenen worden specifieke namen niet genoemd.

Deelnemer	Profiel	Visuele beperking	Geslacht
Participant 1	Docent Visio	Geen	Vrouw
Participant 2	Docent Visio / ICT-ondersteuner	Geen	Man
Participant 3	Ervaringsdeskundige	Blind	Man
Participant 4	Ervaringsdeskundige	Blind	Man

3.2 Procedure

De interviews zijn online afgenomen via Teams of Zoom. Hierbij is een opname gemaakt van het interview, die vervolgens getranscribeerd is. Voor de docenten aan de Visio school is er een ander interviewprotocol geschreven dan voor de ervaringsdeskundigen. Wel hebben de vragen tussen de twee interviewprotocollen een verband met elkaar en gaan ze beide over de zelfstandigheid van een visueel beperkte leerling tijdens een programmeerles. Het interviewprotocol voor de docenten van het Visio heeft als hoofdonderwerpen de volgende thema's:

- Introductie
- Aan hoeveel leerlingen met een visuele beperking geeft de docent op dit moment les?
- Heeft u wel eens gesprekken met visueel beperkte leerlingen over zelfstandigheid?
- Vinden de leerlingen met een visuele beperking het leuk om met de computer te werken?
- Waar lopen de leerlingen tegenaan bij het werken met een computer?
- Wat voor hulpmiddelen zijn er beschikbaar op de Visio school?
- Waar lopen leerlingen met een visuele beperking tegenaan waardoor ze om hulp moeten vragen bij het werken met de computer?
- Wat kan helpen bij het bijdragen aan zelfstandigheid voor leerlingen met een visuele beperking op computers?

- Is coderen in het Engels een haalbaar doel voor leerlingen met een visuele beperking uit groep 7-8?

Voor de ervaringsdeskundigen waren de onderwerpen iets anders dan bij de docenten van het Visio, alleen is er gestreefd naar een zo groot mogelijke overlap. Bij de ervaringsdeskundigen kwamen de volgende thema's aan bod:

- Introductie
- Achtergrond en professie
- Ervaring professioneel leven in relatie tot een visuele beperking
- Welke hulpmiddelen gebruiken de ervaringsdeskundigen als ze werken met de computer?
- In hoeverre kunnen de ervaringsdeskundigen zelfstandig werken met de computer?
- Waar zijn de ervaringsdeskundigen begonnen met het leren van programmeren?
- Wat zou een gewenste situatie zijn als het gaat om zelfstandigheid van een blinde leerling?

De twee interviewprotocollen verschillen veel van elkaar, omdat ze gericht zijn op de persoon die geïnterviewd wordt. Toch kunnen veel verschillende vragen gecategoriseerd worden bij hetzelfde onderwerp, wat in de resultaten terug is te zien. Tijdens de interviews zijn vaak vragen overgeslagen als deze al eerder beantwoord waren, of zijn er vragen bijgekomen die tijdens het interview interessant bleken. Zo verschilt elk interview wel van elkaar, maar elk persoon is anders en heeft een eigen verhaal dat hij/zij kwijt kan over dit onderwerp. In de bijlage van dit document staat de volledige inhoud van de gebruikte interviewprotocollen. De meetings werden geregeld via mailcontact met de participanten. De meetings zijn vervolgens ingepland voor een tijdsduur van een half uur tot drie kwartier.

3.3 Dataverwerking

Tijdens de dataverwerking is er gebruik gemaakt van woordelijk transcriberen. Dit houdt in dat elk woord dat gezegd wordt in de opname ook opgeschreven wordt in de tekstversie. Wel mogen aarzelingen, stopwoordjes en herhalingen overgeslagen worden. Bij letterlijk transcriberen wordt echt álles dat gezegd wordt opgeschreven in het transcript, dus ook de aarzelingen, stopwoordjes, etc. Bij samenvattend transcriberen wordt niet elk woord opgeschreven, maar wordt er een samenvatting geschreven over wat er gezegd is. De transcripten zijn gemaakt in Word-bestanden.

Bij het woordelijk transcriberen zijn sommige delen die niet relevant waren voor het onderzoek niet getranscribeerd. Thema's die indirect met het onderzoek te maken hebben gehad zijn wel genoteerd. In een volgende fase van dit onderzoek wordt informatie gehaald uit deze transcripten. De transcripten zijn gemaakt door de opnames van de interviews op te slaan in een beveiligde omgeving. Vervolgens worden enkele woorden en/of een zin beluisterd en genoteerd in een Word bestand. Moeilijk verstaanbare woorden of zinnen zijn weggelaten tijdens het transcriberen. Stopwoordjes

zoals ‘ëhm’ zijn ook vaak weggelaten. Verder zijn enkele stukken van het interview weggelaten als ze niet relevant waren voor het onderzoek, zoals een kort informeel gesprek.

De inhoud van de interviewprotocollen was op voorhand geschreven, met één protocol voor de docenten en één protocol voor de ervaringsdeskundigen. Daarbij werd er niet strikt aan het interviewprotocol vastgehouden. Bij de interviews kwamen vaak interessante thema’s aan bod waarover doorgevraagd is, het interviewprotocol is daarbij alleen de basis. Alle vragen van het interviewprotocol zijn gesteld en beantwoord door de participanten. Vanwege het feit dat de participanten vaak erg veel te vertellen hadden over dit onderwerp, is de gemiddelde tijd van een interview een stuk hoger komen te liggen. De meeste interviews duurden namelijk circa drie kwartier tot een uur.

Nadat de interviews waren afgenomen zijn de overlappende thema’s gegroepeerd. De twee verschillende interviewprotocollen zijn ook zo ontworpen om zoveel mogelijk overlap te creëren met elkaar, zodat thema’s die aan bod gekomen zijn, door zoveel mogelijk participanten zijn beantwoord. Nadat de informatie van de verschillende thema’s zijn ingedeeld, is er een keuze gemaakt welke thema’s aan bod zouden komen in deze paper. Hierbij is in overweging genomen hoe relevant de thema’s zijn voor de onderzoeksvraag en hoeveel informatie beschikbaar was uit de transcripten. De thema’s die expliciet naar voren zijn gekomen in deze paper zijn terug te vinden in de resultaten onder hun eigen kopje.

4 Resultaten

In de interviews worden een aantal suggesties gedaan over het verbeteren van verschillende onderwerpen in het zelfstandig programmeren voor een visueel beperkte leerling. In deze sectie staan per onderwerp de resultaten beschreven van de interviews. De thema's die behandeld worden zijn gekozen d.m.v. de relevantie en de hoeveelheid informatie die er beschikbaar is per onderwerp. Bij sommige onderwerpen komen andere deelnemers van het interview meer aan bod dan andere deelnemers. Dit heeft te maken met het verschil in professie tussen de deelnemers en de opbouw van de interviews.

4.1 Hulpmiddelen op Visio scholen

Allereerst is onderzocht welke hulpmiddelen de zelfstandigheid van leerlingen op de basisschool tijdens een programmeerles zouden kunnen verbeteren. De antwoorden van de participanten tonen veel overeenkomsten, vaak dragen zij dezelfde informatie aan over de hulpmiddelen die beschikbaar zijn in de Visio scholen. De groepen in de Visio scholen bestaan uit ongeveer 10 leerlingen. Visio, afdeling onderwijs is voor kinderen met een visuele beperking. Er is sprake van een visuele beperking wanneer iemand niet of slechts gedeeltelijk kan zien. Doordat de groepen uit niet meer dan 10 kinderen bestaan, heeft de docent ruimte om een leerling persoonlijk te begeleiden.

Docent 1 geeft aan dat er wel grote verschillen zijn op cognitief niveau, gezien het feit dat er maar "één school in het noorden voor deze doelgroep is. Op sociaal-emotioneel gebied zitten de kinderen wel ongeveer op hetzelfde niveau, waardoor ze tegen dezelfde problemen aanlopen binnen de groep. In het interview wordt de vraag gesteld of docent 1 het niet lastig vindt om op verschillende niveaus les te geven binnen de groep. Hierop reageert docent 1: "Ja, je geeft instructies aan kleine groepjes, zo heb ik bijvoorbeeld vier verschillende niveaus wat betreft rekenen. Ik heb dus steeds een half uurtje een ander groepje waarvoor ik de instructies geef". Maar bij vakken waar het cognitief niveau minder van belang is noemt de docent: "De groepslessen zoals muziek of gym worden wel aan de hele groep aangeboden". Dit in het belang van de groepsvorming.

Docent 1 heeft één blinde leerling op het moment van schrijven in zijn/haar klas. De hulpmiddelen waarvan deze leerling gebruik maakt, zijn de braille leesregel, hij/zij werkt "zelfstandig volledig digitaal en leest tekst in via de braille leesregel en kan volledig blind typen. Daarnaast is de leerling computervvaardig (net als de andere leerlingen), de leerling mailt zijn/haar werk naar de docent en beheert zijn/haar eigen agenda, plant taakjes in en kan zijn documenten zelf terugvinden binnen Teams. De hulpmiddelen waar de blinde leerling gebruik van maakt, zorgt ervoor dat hij/zij zo zelfstandig mogelijk met een computer overweg kan gaan. Docent 1 noemt dat computers "een beetje hun redding is om mee te kunnen komen op school". Ook benadrukt de docent dat de overgang van boeken naar computers een zeer positieve ontwikkeling is voor leerlingen met een visuele beperking. Zo noemt de docent dat "[laptops] heel wat cooler zijn dan al die dikke ouderwetse stoffige brailleboeken". Verder is er een grote verbetering wat betreft hulpmiddelen die de computer zelf te bieden heeft. De docent noemt: "Vroeger had je complete systemen die je erover heen moest doen, programma's zoals Jaws etc. Tegenwoordig zitten heel veel functies, de verteller, het vergroten/verkleinen, contract omdraaien, al die dingen zitten gewoon al standaard in Windows nieuwste versies". Ook noemt de docent dat hij/zij een groot verschil ziet in toegankelijkheid op de computer, door de jaren heen wordt deze toegankelijkheid steeds beter.

De software die beschikbaar is op de computers van de Visio scholen, komen tegenwoordig van dezelfde leverancier, namelijk FUSION. Een aantal jaar geleden kwam dit nog van verschillende leveranciers, wat ervoor zorgde dat ontwikkelingen soms nog ver uit elkaar lagen. De ontwikkelingen zijn nu wat beter geregeld, alleen geeft de docent wel aan dat er nog regelmatig iets vastloopt.

Vanaf groep 7 werken de leerlingen bijna volledig digitaal. De leerlingen met een visuele beperking maken gebruik van PDF en de volledig blinde leerlingen maken soms nog gebruik van EduTekst. EduTekst is een tekstboek dat alleen de platte tekst uit een "normaal" tekstboek gebruikt en waarbij grafen en diagrammen als voelbare tekeningen bijgevoegd zijn. Hierbij kan de leerling door middel van het reliëf voelen wat er in de grafen of diagrammen staat. Deze boeken worden besteld via DediCom. Dit is een organisatie waar je schoolboeken kunt bestellen op een voor de betreffende leerling aangepaste methode. Ook bestaat de mogelijkheid om een braille versie, een download of een CD'tje, te bestellen. Daarnaast heeft de Visio school de beschikking over een braille printer, waarbij pagina's geprint kunnen worden in reliëf. Verder kunnen de leerlingen met een speciale pen aantekeningen maken op papier. "Als je met [deze] pen over de tekst heen gaat wordt het iets dikker", legt de docent uit. Daarnaast is er speciaal papier dat (nadat er met een normale pen overheen geschreven is) door een apparaat licht verwarmd wordt waardoor de plekken waar geschreven is ietwat omhoog komen.

4.1.1 Terugkeer visueel beperkte leerlingen naar Visio scholen

Docent 2 vertelt ons dat niet alle leerlingen met een visuele beperking op een speciale school zitten. Integendeel: docent 2 geeft de ruwe schatting dat ongeveer 80% van de leerlingen met een visuele beperking les krijgen binnen het regulier onderwijs. Een goede zaak, aldus de docent, want leerlingen krijgen dan zoveel mogelijk onderwijs in de buurt waar zij wonen. De leerlingen die les krijgen op Visio scholen, wonen vaak ver uit elkaar, waardoor het een stuk lastiger wordt om buiten school met elkaar af te spreken. Het komt echter vrij vaak voor dat een leerling met een visuele beperking tegen meerdere zaken aanloopt binnen het regulier onderwijs, waardoor toch de overstap wordt gemaakt naar het speciaal onderwijs. Docent 2 zegt hierover: "Het grootste probleem waar wij nu tegenaan lopen op dit moment, (...) is de ontoegankelijkheid van bepaalde websites, voor bepaalde software die gebruikt wordt". Aansluitend: "dan moeten ze op een bepaalde website bepaalde oefeningen doen voor Nederlands of voor rekenen, ja dat is al niet toegankelijk en dan wordt het heel lastig als je daar geen alternatief voor hebt". Het blijkt toch een lastige opgave te zijn voor leerlingen met een visuele beperking om mee te kunnen komen binnen het regulier onderwijs. Zo spreekt ook ervaringsdeskundige 1 over zijn ervaringen binnen het regulier onderwijs. Deze ervaringsdeskundige noemt het grootste probleem binnen het regulier onderwijs de oncoöperatieve leraren. Zo citeer ik: "Programmeren zelf was zo moeilijk niet, dat was redelijk simpel en als je eenmaal weet wat je aan het doen bent, welke tools werken (...) dan kom je al een heel eind verder. Als jij het niet weet als blinde dan weten zij het ook niet en jij moet het zelf uitzoeken want jij bent de moeilijke persoon dus dan kun je wel vragen aan je leraren, (...) ja ik wil je best helpen met Word maar programmeren moet je zelf uitzoeken".

4.1.2 Belemmeringen visuele beperking in het regulier onderwijs

Over het regulier onderwijs waren de ervaringsdeskundigen het meest uitgesproken. Zo noemt ervaringsdeskundige 1 dat leraren vaak oncoöperatief zijn met het toegankelijk maken van de lesstof. Bij vragen in tentamens over afbeeldingen noteerde ervaringsdeskundige 1 of hij dat dan mondeling mag doen, omdat de vraag niet te beantwoorden is. De docent rekende vervolgens stilletjes de vraag fout zonder erop terug te komen. Ervaringsdeskundige 1 vertelt dat zijn vriend toevallig hier achter kwam en hij boos naar de docent is gelopen om het probleem op te lossen. Ik citeer: "Als je dat soort stunts voor je kiezen krijgt en je staat niet heel sterk in je schoenen..."

Ervaringsdeskundige 2 noemt dat hij het reguliere onderwijs goed kon volgen. Ik citeer: "Ja hoor we gebruikten boeken van Dedicon². Dat is een bedrijf die boeken omzet naar lesbare tekst. Zij krijgen een PDF document van de uitgever en die zetten het om naar een format in Word-documenten waarbij je goed alles kunt lezen, makkelijke naar een pagina kunt navigeren". Over het programmeren noemt Ervaringsdeskundige 2 dat hij begonnen is in leerjaar 4 door het keuzevak "Informatica". Al ruim voor de introductie kon de ervaringsdeskundige programmeren door als hobby zelf bezig te zijn met vrienden aan diverse programma's. Op de vraag of de ervaringsdeskundige wel eens belemmeringen ondervond bij vakken op de Middelbare school noemt de ervaringsdeskundige: "Nou bij wiskunde waren er wel eens dingen die lastig waren, hele visuele onderdelen maar dan krijg ik een alternatief. Praktische opdrachten die mede studenten moesten doen dat was voor mij niet te doen. Dan kwam mijn docent met een alternatieve opdracht".

Over het hoger onderwijs noemt ervaringsdeskundige 2 dat hij een Bachelor en Master Psychologie heeft gevolgd. Hierbij noemt de ervaringsdeskundige dat hij door zijn decaan een beetje geduwd is naar een Alfa-profiel, vanwege toegankelijkheidsproblemen in bètavakken zoals Scheikunde. Ervaringsdeskundige 1 zegt over zijn eigen ervaring op het HBO: "Je bent eigenlijk een HBO opleiding aan het doen en daarnaast heb je nog een fulltime baan om uit te zoeken hoe jij die opleiding gaat doen en dat is gewoon jammer. Dat moet eigenlijk niet kunnen".

4.1.3 Vergelijking met het buitenland

Het probleem waar mensen met een visuele beperking tegenaan lopen binnen het regulier onderwijs is mede het gevolg van wetgeving. Het is in Nederland binnen het regulier onderwijs niet verplicht om onderwijs te verzorgen aan leerlingen met een visuele beperking. Denk bijvoorbeeld aan een aangepaste manier van lesgeven waarvan docenten gebruik kunnen maken, of betaalde trainingen die docenten kunnen krijgen als zij een leerling met een visuele beperking in de klas krijgen. Ervaringsdeskundige 1 geeft aan dat in Amerika dit wél verplicht is en het daar dus beter geregeld is dan in Nederland. Volgens de ervaringsdeskundige komt het namelijk maar eens in de 10 jaar voor dat de docenten een "blinde voor hun neus krijgen en dan weten ze het gewoon niet".

²<https://www.dedicon.nl/>

4.2 Ervaring visuele beperking in het regulier onderwijs

Tijdens de interviews vertelden de twee ervaringsdeskundigen over hun ervaring met een visuele beperking binnen het regulier onderwijs. Niet alleen tijdens programmeerlessen, maar ook bij de andere vakken die zij op de middelbare school gevolgd hadden. Deze ervaringen van de ervaringsdeskundigen sluiten niet direct aan op de onderzoeksvraag, maar kunnen wel relevant zijn. Beide ervaringsdeskundigen hebben het VWO met een diploma afgerond.

Ervaringsdeskundige 1 maakte in groep 7 de overstap van het speciaal onderwijs naar het regulier onderwijs. Zo vertelt hij dat het vroeger heel normaal was om standaard in het speciaal onderwijs gezet te worden, ongeacht de mate van intelligentie.

Ervaringsdeskundige 2 geeft aan dat zijn decaan hem verteld had dat een bètaprofiel misschien te moeilijk zou zijn voor hem, vanwege zijn visuele beperking. Achteraf had hij toch veel liever de mogelijkheid gehad om een bètaprofiel te kiezen, vanwege zijn affiniteit met techniek. Wel heeft hij onderdelen van Informatica gestudeerd als keuzevak. Uiteindelijk heeft hij hierin zijn baan gevonden.

4.3 Ervaring visuele beperking in het bedrijfsleven

Het bedrijfsleven is ook aan bod gekomen tijdens de interviews. Beide ervaringsdeskundigen spreken over belemmeringen tijdens hun werk, die helaas niet altijd op te lossen zijn. Zo kan een website niet toegankelijk zijn of heeft een bepaalde tool een interface waar niet mee te werken valt voor iemand met een visuele beperking. Vaak zijn er wel alternatieven om deze problemen te ondervangen. Zo spreekt ervaringsdeskundige 1 over zijn ervaring dat wanneer iets toegankelijk gemaakt zou moeten worden voor hem, dit toch vaak als een last wordt gezien in plaats van iets dat gewoon gedaan moet worden. Daarom lost ervaringsdeskundige 1 vaak zelf zijn problemen op, wat wel ten kostte gaat van zijn vrije tijd. Zo verschilt bijvoorbeeld ook de tooling die de ervaringsdeskundigen gebruiken in vergelijking met mensen zonder visuele beperking. De tooling is gericht om een persoon kwalitatief te laten werken, bij verplichte tooling dat niet goed aansluit bij een persoon, zal het werk ook niet leuk zijn om uit te voeren.

Ervaringsdeskundige 2 vertelt over zijn baan waarin hij werkte voor mensen met een visuele beperking. Zo is het vanzelfsprekend dat iemand met een visuele beperking sneller begrijpt wat een ander persoon met een visuele beperking nodig heeft. Toch vertelt hij dat het ging wringen, alsof hij moest profiteren van zijn visuele beperking. Daarna is ervaringsdeskundige 2 gaan werken voor een organisatie waar geen mensen met een visuele beperking werkten, waarbij de toegankelijkheid helaas een stuk minder was ten opzichte de organisatie waar wel mensen met een visuele beperking werken. Zo vertelt hij dat collega's mailtjes met screenshots erin verzonden en dat er dan met behulp van OCR wel soms uit te maken viel wat er geschreven stond, maar voor tabellen en handgeschreven teksten was dit niet bruikbaar.

Beide ervaringsdeskundigen geven aan dat de belemmeringen die ze meemaken in het bedrijfsleven toch niet zorgen voor een prestatievermindering. Zo kan het wel vervelend zijn als iets niet toegankelijk is, maar door hun oplossend vermogen zijn beide ervaringsdeskundigen erin geslaagd om hun

werk in volle kracht te voltooien. Voor de toekomst is dit erg lovend, om zo snel mogelijk naar een optimale situatie te komen waarbij mensen met een visuele beperking geen belemmeringen hoeven te ervaren omdat bepaalde tooling of websites niet toegankelijk gemaakt zijn.

4.4 Hulpmiddelen bij het programmeren

Ervaringsdeskundige 1 gebruikt een schermlezer en VDE. Ook maakt hij zelden gebruik van Jaws. Daarnaast gebruikt hij een brailleleesregel als tweede correctie en bij het lezen van non-alfabetische karakters. Als editor bij het programmeren maakt ervaringsdeskundige 1 gebruik van Visual Studio. De ervaringsdeskundige geeft aan dat er geen groot gemis is aan hulpmiddelen. Wat wél verbeterd zou moeten worden is dat bij het programmeren in Visual Studio de editor gelijk met een rood rondje naast de regel aangeeft of er een typefout of error in de regel zit, de ervaringsdeskundige zou dit niet kunnen weten en zou het pas in de problem viewer te weten kunnen komen. Dit kost toch weer tijd met het programmeren dat de ervaringsdeskundige anders veel sneller had kunnen oplossen.

Ervaringsdeskundige 2 maakt ook gebruik van een schermlezer en een 88-cellige braille leesregel. Daarbij noemt de ervaringsdeskundige dat de leesregel de breedste is in zijn soort en dat dat fijn is vanwege het feit dat je veel kwijt kan op een regel.

4.5 Programmeerlessen voor op het speciaal onderwijs

In de interviews is gevraagd naar de mening van het type programmeerles dat gegeven kan worden aan leerlingen in het speciaal onderwijs. Zo is er gevraagd naar de mening die de docenten en ervaringsdeskundigen hebben over het programma Sonic Pi en is er gevraagd wat de participanten zelf aanraden als programmeerlessen.

De meningen over Sonic Pi waren vrijwel gelijk. Docent 1 heeft in voorgaand onderzoek [Bol21] al een programmeer les met Sonic Pi meegemaakt. Hierover geeft ze aan dat de les heel goed ging, maar dat ze zelf alleen nog op emotioneel en sociaal vlak de leerlingen begeleidde. De docenten uit het speciaal onderwijs hebben namelijk zelf geen ervaring met het geven van een programmeerles, wat logisch is voor docenten uit het basisonderwijs. Wel geeft docent 1 aan dat ze het wel ziet zitten om in de toekomst zelf de programmeer les over Sonic Pi te geven, mits er natuurlijk een uitleg of handleiding bij wordt gegeven. Daarnaast geeft docent 1 zelf wel al programmeeronderwijs voor LEGO boost en met de Bee-Bot [Hum18], Sonic Pi zou daarop kunnen aansluiten in de hogere klassen (groep 6-8) van het speciaal onderwijs.

Docent 2 noemt in het interview dat ze zelf op een gegeven moment Sonic Pi tegen kwamen en gingen gebruiken voor een programmeerles. Leerlingen met een visuele beperking kwamen een heel eind met het programma, maar bij de blinde leerling moest er toch veel geholpen worden om de leerling te leren werken met het programma. Toen het duidelijk werd dat het programma toch niet goed toegankelijk was, heeft docent 2 de maker van Sonic Pi - Sam Aaron - gevraagd voor een toegankelijkheidsupdate. De docent geeft aan dat in het algemeen het aanvragen van updates erg lastig verloopt, omdat de eigenaren van software het vaak zelf moeilijk vinden om te begrijpen wat een blind persoon lastig vindt aan de applicatie. Dit is natuurlijk wel te begrijpen, aangezien ze zelf niet meemaken hoe het is om op een andere manier met de software te werken.

Ervaringsdeskundige 2 geeft aan dat Sonic Pi zeker interessant lijkt voor een persoon met een visuele beperking, vanwege de geluidsoutput. Zeker kunnen ze er niet over zijn, omdat ze zelf nog niet gewerkt hebben met het programma.

Over de manieren waarop les gegeven kan worden aan een leerling met een visuele beperking hebben de ervaringsdeskundigen ook een hoop tips gegeven om dit in de toekomst te verbeteren. Om te beginnen noemt ervaringsdeskundige 2 dat ik zou vooral stoppen met bedenken van waar kinderen misschien wat aan zouden kunnen hebben". De ervaringsdeskundige licht hiermee toe, dat het zoeken naar verbeteringen voor leerlingen met een visuele beperking, gepaard moet gaan met de mening van desbetreffende leerlingen waarvoor de verbeteringen gemaakt moeten worden.

4.5.1 Op eigen kracht programmeren

Maar hoe deden de ervaringsdeskundigen het wel? De ervaringsdeskundigen vertellen dat in de jaren dat de zij onderwijs volgden er nog weinig tot geen aandacht werd besteed aan programmeerlessen. Op zich is dat niet verwonderlijk vanwege het feit dat het programmeren begon in de jaren 80 en 90. Ervaringsdeskundige 1 geeft aan dat hij vanaf de basisschool al is gestart met het leren programmeren, vanuit eigen interesse. Ik citeer: "Toen ik op de reguliere basisschool begon kwam ik via Google, wat ik net had leren gebruiken, een site tegen van een oud-klasgenoot van de basisschool en die had een HTML-tutorial geschreven en daar ging ik mee aan de haal. Ik dacht dat is best leuk, dus zo bouw je websites".

4.6 Toegankelijkheid

Een onderwerp wat niet van tevoren in de interviewprotocollen was beschreven is de toegankelijkheid van programma's en websites voor mensen met een visuele beperking. Tijdens de interviews kwam dit onderwerp naar voren als cruciaal punt, waardoor zelfstandigheid van een persoon met een visuele beperking kan afnemen. Docent 2 was de eerste persoon die dit punt adresseerde. Zo noemt docent 2 dat ongeveer 80% van de leerlingen met een visuele beperking in het regulier onderwijs zitten en 20% in het speciaal onderwijs. De docent signaleert een groot in deze tijd, namelijk dat leerlingen die prima mee konden draaien in het regulier onderwijs, geforceerd werden om terug te keren naar het speciaal onderwijs, doordat software en websites die gebruikt worden in het regulier onderwijs vaak niet toegankelijk zijn voor leerlingen met een visuele beperking. Ik citeer: "het grootste probleem waar wij nu tegenaan lopen op dit moment, dus waardoor het op de scholen een beetje weer volstroomt, vooral met blinde leerlingen, is juist dit. Het is de ontoegankelijkheid van bepaalde websites, voor bepaalde software die gebruikt wordt, bepaalde educatieve websites met name, (...) die beginnen op de basisschool in groep 4 of 5 en dan moeten ze op een bepaalde website bepaalde oefeningen voor Nederlands of voor rekenen ja en dat is al niet toegankelijk en ja dan wordt het heel lastig als je daar geen alternatief voor hebt." Daarnaast noemt de docent dat wanneer software of websites ontoegankelijk zijn gemaakt voor een leerling, deze bijvoorbeeld een alternatief voorgeschoteld krijgt met een andere methode. Doordat de leerling met de visuele beperking dan gebruik moet maken van een alternatieve methode kan de leerling niet meepraten over onderwerpen die in de klas de aandacht krijgen. Door deze gevallen van ontoegankelijkheid wordt het een leerling met een visuele beperking steeds lastiger gemaakt om goed mee te kunnen

doen met de klas.

Wat erg opvalt is dat ervaringsdeskundige 1 hetzelfde onderwerp onder de aandacht brengt. De ervaringsdeskundige noemt dat hij zelf ook veel last heeft gehad van ontoegankelijkheid in het regulier onderwijs, bijna precies zoals de docent het beschrijft. Wat ook opvalt is dat zowel de docent als de ervaringsdeskundige als voorbeeld de Verenigde Staten erbij halen, door te zeggen dat de toegankelijkheid daar een stuk beter geregeld is dan in Nederland. En beide personen noemen dezelfde reden, namelijk dat toegankelijkheid in Nederland niet verplicht is en ontoegankelijke educatieve websites en/of software niet kunnen resulteren tot een straf, wat in de Verenigde Staten wel het geval is. Hierdoor is er voor het regulier onderwijs geen noodzaak om educatieve websites en/of software toegankelijk te maken voor mensen met een visuele beperking.

Aan het verbeteren van de toegankelijkheid van websites en software op de Visio scholen wordt veel aandacht besteed. Zo is docent 2 (ook ICT ondersteuner) constant bezig met het verbeteren van de toegankelijkheid van programma's, waar de leerlingen op het speciaal onderwijs mee bezig zijn. In het interview is Sonic Pi als optie naar voren gekomen om te gebruiken in een programmeerles in het speciaal onderwijs. De docent spreekt hierover, dat hij contact heeft gehad met de oprichter van Sonic Pi (Sam Aaron), over verbeteringen in de toegankelijkheid van het programma, zodat leerlingen met een visuele beperking zelfstandig kunnen programmeren in Sonic Pi. Beide docenten zijn positief over het gebruik maken van Sonic Pi als project op school, ook dankzij het onderzoek van Bolt waarbij de leerlingen ook al ervaring hebben opgedaan met het werken met Sonic Pi. Daarnaast noemt docent 1 ook de Bee-bot als hulpmiddel voor vooral de leerlingen uit groep 2-4 van het speciaal onderwijs om de basisvaardigheden van programmeerkennis op te doen op een zelfstandige manier.

5 Conclusie en discussie

In het onderzoek zijn veel zaken betreffende leerlingen met een visuele beperking naar voren gekomen. De interviews met de leraren uit het speciaal onderwijs en de ervaringsdeskundigen hebben veel over dit onderwerp kunnen vertellen. Een goede aanvulling op dit onderzoek is het onderzoek van Bolt [Bol21], waarin observaties worden gedaan van de leerlingen zelf.

In deze sectie gaan we per besproken onderdeel kijken wat we hier uit kunnen concluderen en wat de vervolgstappen kunnen zijn voor een mogelijk vervolgonderzoek.

5.1 Het speciaal onderwijs voor visueel beperkte leerlingen

In het speciaal onderwijs voor visueel beperkte leerlingen (van de geïnterviewde leraren) is er een brede collectie aan hulpmiddelen voor een visueel beperkte leerling. In het bijzonder kunnen de leerlingen op deze scholen braille leren, blind werken met computers en hebben ze toegang tot papier met reliëf. Het doel van de scholen is het opleiden van de leerlingen, zodat ze zonder grote problemen kunnen deelnemen aan reguliere middelbare scholen. Vaak kunnen leerlingen op het speciaal onderwijs ook na een paar jaar doorstromen naar het regulier onderwijs, zoals we gezien hebben bij de ervaringsdeskundigen. De toegankelijkheid van educatieve websites en software ligt wel een stuk hoger bij de Visio scholen dan bij het regulier onderwijs, omdat hier expliciet de aandacht naartoe gaat.

5.2 Regulier onderwijs en speciaal onderwijs

Het doel van het speciaal onderwijs is om de leerlingen zo goed mogelijk te ontwikkelen, net als elke andere school. Daarnaast wordt er geprobeerd zoveel mogelijk leerlingen naar het regulier onderwijs te verplaatsen, indien dit mogelijk is. Toch hebben we in de interviews gezien (met name die van de docenten) dat er steeds meer leerlingen terugvallen op het speciaal onderwijs. Het frustrerende hieraan is dat het niet door de leerling zelf komt, maar door toegankelijkheidsproblemen op het regulier onderwijs. Zo kunnen bijvoorbeeld tentamens nog foto's in zich hebben, kan er gewerkt worden met software dat niet toegankelijk is voor een visueel beperkte leerling of is de docent op het regulier onderwijs niet goed genoeg in het lesgeven aan een visueel beperkte leerling.

De ervaringsdeskundigen hebben zelf voornamelijk op het regulier onderwijs gezeten. De ervaringsdeskundigen vertelden over de tegenslagen die ze hebben meegemaakt in het regulier onderwijs. Het lijkt erop dat het regulier onderwijs in Nederland nog niet geschikt genoeg is voor leerlingen met een visuele beperking. Deze groep leerlingen kampen met veel toegankelijkheidsproblemen, leraren zonder kennis over het lesgeven aan leerlingen met een visuele beperking, leerstof dat niet bereikbaar is en de verwachting dat deze leerlingen naast hun reguliere lessen zelf de toegankelijkheidsproblemen van de school oplossen. Het is dan ook indrukwekkend wat de ervaringsdeskundigen bereikt hebben in de staat waarin het onderwijs zich nu verkeert. Een combinatie van hard werken en intelligentie heeft ervoor gezorgd dat deze oud-leerlingen toch het regulier onderwijs hebben gehaald en werk op niveau hebben kunnen vinden. Toch zou de situatie nooit mogen voordoen

dat een leerling met een visuele beperking bij wijze van spreken twee keer harder zou moeten werken voor dezelfde opleiding dan een leerling zonder visuele beperking, want voor veel leerlingen met een visuele beperking zullen deze belemmeringen er wel degelijk voor zorgen dat ze niet het lesniveau kunnen volgen waar ze wel geschikt voor zijn. Daarnaast vertelt docent 2 over zijn ervaring met de decaan, die hem vooral aanraadde om een alfa-profiel te kiezen op de basisschool. Ik citeer: "Nou ik heb een alfa profiel gekozen, nou dat is mij een beetje opgedrongen. Dat is de grootste fout die ik heb gemaakt, ik ging met mijn decaan in gesprek en die was scheikunde leraar en die zei dat is voor jou toch wel heel ingewikkeld, ik zou maar economie en maatschappij gaan doen en ik ben daar ingestonken." Dit zien we ook terug in het onderzoek van Palan [Pal20] over de ervaringen van leerlingen met een visuele beperking en het kiezen van een opleidingsrichting. Het zou op de reguliere middelbare scholen standaard geregeld moeten worden om niet op basis van een visuele beperking een leerling te discrimineren op het kiezen van een opleidingsrichting.

De ervaringsdeskundigen hebben veel suggesties gegeven om het toegankelijkheidsprobleem op te lossen. De belangrijkste oplossing om het onderwijs toegankelijker te maken voor leerlingen met een visuele beperking is het verbeteren van de toegankelijkheid van software en websites. Een voorbeeld is het verbeteren van applicaties op smartphones voor leerlingen met een visuele beperking [KPS14]. In het onderzoek van Park wordt de mening van participanten met een visuele beperking sterk meegenomen in het ontwikkelen van richtlijnen voor toegankelijke applicaties. Ook zou er bijvoorbeeld een wet kunnen worden gemaakt waarbij scholen hun eigen lesstof toegankelijk moeten maken voor leerlingen met een visuele beperking. Niet vreemd, want lesstof zou voor elke leerling toegankelijk moeten zijn. Om toegankelijkheid van een website te bepalen kan er gebruik worden gemaakt van ACheckerTM, A-PromptTM, JAWSTM of KelvinTM [SL10]. Deze programma's geven een score die aangeeft hoe toegankelijk een website is gemaakt voor mensen met een visuele beperking, en zouden heel goed gebruikt kunnen worden door Nederlandse onderwijsinstellingen.

Daarnaast zou er gekeken moeten worden naar hoe de voorbereiding van leraren in het regulier onderwijs verbeterd kan worden, zoals bijvoorbeeld door middel van het volgen van een voorbereidende cursus als ze te maken gaan krijgen met een leerling met een visuele beperking. Uit de interviews komt duidelijk naar voren dat de leraren zelf vaak de bottleneck zijn voor het volgen van de lesstof. Als de leraren beter voorbereid zouden zijn op het werken met een leerling met een visuele beperking, kan die leerling direct het onderwijs van die leraar correct volgen zonder vertragingen of haperingen te ervaren. De leraren kunnen er vaak zelf niks aan doen dat ze niet goed weten hoe om te gaan met een leerling met een visuele beperking maar als de mogelijkheid er is om de leraren een cursus of introductie te geven over wat wel en niet kan met deze leerling(en) - zoals toetsen maken zonder afbeeldingen voor deze leerlingen - zou de toegankelijkheid al een stuk worden verbeterd.

5.3 Programmeerlessen voor leerlingen met een visuele beperking

Als we kijken naar de onderzoeksvraag is het wat lastig geweest voor de docenten in het speciaal onderwijs en voor de ervaringsdeskundigen om er inhoudelijk op in te gaan. De docenten hadden zelf een enkele keer gewerkt met Sonic Pi en de ervaringsdeskundigen hadden er nog nooit van gehoord. Wel lijkt het erop dat Sonic Pi een plekje heeft verdiend in het speciaal onderwijs, met een dag waarop de leerlingen kunnen werken met het programma. Hiervoor is wel vereist dat de werking

van het programma wordt uitgelegd aan de docenten, zodat ze hier les in kunnen geven. Ook wordt er soms gewerkt met de Bee-Bot, wat ook een goede start is voor het leren programmeren voor de leerlingen.

Het doel van het leren programmeren en werken met de computer is dat leerlingen met een visuele beperking vaak veel meer aan een computer hebben dan aan pen en papier. De wereld van het internet is ideaal voor een leerling met een visuele beperking om onderzoek te doen naar bepaalde onderwerpen, om opdrachten in te maken voor school en om mee te werken in het bedrijfsleven. Het wordt voor elke leerling steeds belangrijker om goed met computers om te gaan. Alleen al vanwege het feit dat het extra technisch is voor leerlingen met een visuele beperking om goed om te gaan met een computer, zijn programmeerlessen en computerlessen in het algemeen van groot belang voor deze leerlingen. Daarnaast lijkt het er ook op dat mensen met een visuele beperking vaak kiezen voor een baan in de Informatica. De docenten en de ervaringsdeskundigen suggereren dat het vaak voorkomt dat deze groep leerlingen het werken met de computer vaker leuk vinden en er vaker hun professe van maken dan in andere bedrijfstakken. Beide ervaringsdeskundigen zijn ook werkzaam in een tak van de Informatica.

Beide ervaringsdeskundigen hebben vooral hun programmeerkennis opgedaan door zelfstudie. Om leerlingen met een visuele beperking te kunnen voorzien van kwalitatief goede programmeerlessen, suggereert ervaringsdeskundige 2 dat het vooral belangrijk is dat de leerlingen zelf meegenomen worden in het ontwikkelingsproces. In het geval van Sonic Pi is er in het onderzoek van Bolt [Bol21] nadrukkelijk gelet op de mening van de leerlingen zelf. Daarnaast is docent 2 hard bezig met het opzetten van softwarepakketten die toegankelijkheid hoog in het vaandel hebben. In het geval van Sonic Pi heeft docent 2 contact met de oprichter van Sonic Pi (Sam Aaron) om verbeteringen te suggereren, die naar voren kwamen uit interviews met leerlingen die ermee gewerkt hebben. Vaak weten mensen zonder visuele beperking niet precies wat een leerling met een visuele beperking nodig heeft om zelfstandig te kunnen werken. De persoon die dat wel het beste weet is de leerling zelf. Daarom zouden verbeteringen in bijvoorbeeld de toegankelijkheid van websites en software altijd samen met de betrokken personen, die de verbetering nodig hebben, ontworpen moeten worden. In het onderzoek van Bolt is bijvoorbeeld de mening en reactie, van de leerlingen tijdens het programmeren in Sonic Pi, sterk naar voren gekomen, wat van groot belang is bij het opzetten van een educatieve en toegankelijke programmeerles voor leerlingen met een visuele beperking. Als advies geeft ervaringsdeskundige 2 dat Visual Studio Code een editor is dat accessibility hoog in het vaandel heeft. Ook suggereert de ervaringsdeskundige dat het handig is voor leerlingen om te beginnen met HTML code schrijven in kladblok, zoals een e-mail programma openen of een formulier aanmaken. In combinatie met de wens van de leerling kan op die manier het beste een programmeerles gegeven worden.

5.4 Toegankelijkheid

Het probleem dat het meest naar voren is gekomen in de interviews, is de ontoegankelijkheid van educatieve websites en software, waardoor leerlingen met een visuele beperking minder efficiënt het onderwijs kunnen volgen, meer tijd moeten investeren om effectief te leren, ten opzichte van leerlingen zonder visuele beperking en zelfs soms gedwongen zijn om terug te keren naar het speciaal onderwijs. Het verbeteren van de toegankelijkheid van educatieve websites en software kan opgelost

worden via de politiek, namelijk door nieuwe wetten in te voeren over het (verplicht) verbeteren van de toegankelijkheid van educatieve websites en software, net zoals dat in bijvoorbeeld de Verenigde Staten het geval was (1998 US Section 508 Law betreft de toegankelijkheid van webpagina's voor mensen met een visuele beperking) [SL10]. Op die manier zouden minder leerlingen met een visuele beperking terug hoeven te keren naar het speciaal onderwijs en zal de werkdruk van deze groep leerlingen hopelijk sterk afnemen. Een toevoeging aan deze oplossing is het aanbieden van bijvoorbeeld cursussen die docenten in het regulier onderwijs zouden moeten volgen over het lesgeven aan een leerling met een visuele beperking, omdat de meeste leraren in het regulier onderwijs zelden tot nooit te maken krijgen met een leerling met een visuele beperking.

5.5 Beperkingen

Bij het afnemen van de interviewprotocollen was het van belang dat de afnemer van het interview zich houdt aan zijn eigen structuur, dus zelf de baas blijft over het interview. In mijn geval was dit niet altijd het geval en dwaalden de interviews vaak af naar andere onderwerpen dan de onderwerpen die van tevoren waren bedacht. Toch heb ik niet het gevoel dat dit geresulteerd heeft in een slechtere informatievergaring maar juist dat interessante onderwerpen zoals toegankelijkheid in detail werden besproken. De vier participanten hadden allemaal veel te vertellen over verschillende interessante en relevante onderwerpen, waardoor het afwijken van de originele structuur van de interviews niet schadelijk was voor het onderzoek. Wat ook opvalt is dat de participanten vaak over dezelfde problemen in de maatschappij spraken, wat alleen maar meer bevestigt dat deze onderwerpen van groot belang zijn op de weg naar zelfstandigheid voor leerlingen met een visuele beperking.

Daarnaast is bij het antwoorden van de onderzoeksvraag welke middelen er nodig zijn voor leerlingen met een visuele beperking om zelfstandig te kunnen programmeren in Sonic Pi in de interview weinig informatie verkregen over het werken in Sonic Pi zelf. De ervaringsdeskundigen hadden nog niet eerder van het programma gehoord destijds en konden alleen speculeren of het een geschikt programma zou kunnen zijn voor leerlingen met een visuele beperking. Om de vraag te beantwoorden of Sonic Pi een geschikt programma is voor leerlingen met een visuele beperking kunnen we daarom alleen naar de literatuur kijken. Zo zijn bijvoorbeeld in het onderzoek van Bolt de leerlingen met een visuele beperking erg enthousiast over Sonic Pi en was het programma in die groep een succes. Over de hulpmiddelen die leerlingen met een visuele beperking nodig hebben om zelfstandig te kunnen programmeren is wel veel gezegd.

5.6 Vervolgonderzoek

Voor een vervolgonderzoek zou het bedachtzaam zijn om een grotere groep participanten te betrekken bij het onderzoek, zodat er meer informatieverschillen kunnen ontstaan. Daarnaast bevat dit onderzoek twee ervaringsdeskundigen die beide hoog opgeleid zijn. Voor een vervolgonderzoek zou het ook interessant zijn om ervaringsdeskundigen van verschillende opleidingsniveaus te betrekken, omdat het opleidingsniveau ook veel kan bepalen hoe een persoon zichzelf kan ontwikkelen in het onderwijs. Docenten van verschillende Visio scholen voor een onderzoek zou ook aangrijpend zijn, om zo de verschillen tussen de scholen in kaart te brengen.

5.7 Conclusie

Om op de onderzoeksvraag antwoord te geven, namelijk "Welke middelen zijn er nodig voor leerlingen met een visuele beperking om zelfstandig te kunnen programmeren in Sonic Pi?" kijken we naar de informatie die verkregen is van de participanten in het onderzoek en de bijbehorende literatuur. Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de hulpmiddelen die leerlingen met een visuele beperking kunnen gebruiken om zodanig zelfstandig te programmeren. Een belangrijk standpunt dat ervaringsdeskundige 2 heeft gegeven is dat ik zou vooral stoppen met bedenken van waar kinderen misschien wat aan zouden kunnen hebben". Het inzicht dat we gekregen hebben in de interviews dat het voornamelijk mis gaat in het regulier onderwijs, met toegankelijkheid van educatieve websites en software en de tekortkoming aan kennis van docenten voor het werken met leerlingen met een visuele beperking.

Referenties

- [AHBM18] Sue Sentance Alex Hadwen-Bennett and Cecily Morrison. Making programming accessible to learners with visual impairments:. *A Literature Review*, 2, 2018.
- [Bol21] Julia Bolt. Blind leren programmeren:. *Een studie naar de Computational Practices van kinderen met een visuele beperking bij het programmeren van muziek in Sonic Pi*, 1, 2021.
- [CMBP13] PhD2 Cherylee M. Brown, Tanya L. Packer and Anne Passmore. Adequacy of the regular early education classroom environment for students with visual impairment. 46(4):223–232, 2013.
- [HAA20] Hend S. Al-Khalifa Hind Alotaibi and Duaa AlSaeed. Teaching programming to students with vision impairment. *Impact of Tactile Teaching Strategies on Student’s Achievements and Perceptions*, 12, 2020.
- [HHFdV17] Richard P. Doornbos Jan S. van der Ven Hylke H. Faber, Menno D. M. Wierdsma and Kevin de Vette. Teaching computational thinking to primary school students via unplugged programming lessons. 12, 2017.
- [Hun18] Enoch Hunsaker. Bee-bot. *A Guide for Parents and Educators*, 1:4, 2018.
- [KB14] Shaun K. Kane and Jeffrey P. Bigham. Tracking @stemxcomet:. *Teaching Programming to Blind Students via 3D Printing, Crisis Management, and Twitter*, 12:147–152, 2014.
- [KM11] Ivan Kalas and Roland T. Mittermeir. Informatics in schools. *Contributing to 21st Century Education*, 2011.
- [KPS14] Taedong Goh Kyudong Park and Hyo-Jeong So. Toward accessible mobile application design:. *Developing Mobile Application Accessibility Guidelines for People with Visual Impairment*, pages 31–38, 2014.
- [Pal20] Ruchi Palan. “i seriously wanted to opt for science, but they said no”:. *visual impairment and higher education in India*, 36:2:202–225, 2020.
- [Sin20] Arabella Jane Sinclair. Educational programming languages:. *The Motivation to Learn with Sonic Pi*, 1, 2020.
- [SL10] J.A. Smith and TM.R. Lind. Website accessibility for users with visual impairment. 8:37, 2010.