

## ONDERZOEKSVOORSTEL

# Scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs ondersteunen bij het lezen van wetenschappelijke artikelen via tekstvereenvoudiging.

Bachelorproef, 2022-2023

Dylan Cluyse

E-mail: [dylan.cluyse@student.hogent.be](mailto:dylan.cluyse@student.hogent.be)

Co-promotors:

- J. Decorte (Hogeschool Gent, [johan.decorte@hogent.be](mailto:johan.decorte@hogent.be))
- J. Van Damme (Hogeschool Gent, [jana.vandamme@hogent.be](mailto:jana.vandamme@hogent.be))

## Samenvatting

Ingewikkelde woordenschat en zinsbouw hinderen scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bij het lezen van wetenschappelijke artikelen. Adaptieve tekstvereenvoudiging helpt deze scholieren bij hun lees- en verwerkingssnelheid. Daarnaast kan kunstmatige intelligentie (AI) dit proces automatiseren om de werkdruk bij leraren en scholieren te verminderen. Het onderzoek achterhaalt met welke technologische en logopedische aspecten AI ontwikkelaars rekening moeten houden bij de ontwikkeling van een AI toepassing voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: "Hoe kan de inhoud van een wetenschappelijk artikel automatisch worden vereenvoudigd, met specifiek oog voor de unieke noden van scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs?". Een vergelijkende studie beantwoordt deze onderzoeksvraag en is uitgevoerd met bestaande toepassingen en een prototype voor adaptieve en geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. Uit de vergelijkende studie blijkt dat toepassingen om wetenschappelijke artikelen te vereenvoudigen, gemaakt zijn voor één centrale doelgroep en geen rekening houden met de unieke noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Adaptieve software voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging is mogelijk, maar ontwikkelaars moeten meer inzetten op de unieke noden van scholieren met dyslexie.

**Keuzerichting:** AI & Data Engineering

**Sleutelwoorden:** Machineleertechnieken en kunstmatige intelligentie, tekstvereenvoudiging, dyslexie

## Inhoudsopgave

1	Introductie . . . . .	1
2	State-of-the-art . . . . .	2
3	Methodologie . . . . .	4
4	Verwacht resultaat, conclusie . . . . .	4
	Referenties . . . . .	4

## 1. Introductie

Het Vlaams middelbaar onderwijs staat op barsten. Leraren en scholieren worden overspoeld door werkdruk en stress. Bovendien is de derde graad van het middelbaar onderwijs een belangrijke mijlpaal voor de verdere loopbaan van scholieren, al hebben scholieren het in die graad moeilijk om grip te krijgen op de vakliteratuur binnen STEM-vakken (Dapaah & Maenhout, 2022). Het STEM-agenda<sup>1</sup> van de Vlaamse Overheid moet het STEM-onderwijs tegen 2030 aantrekkelijker te maken, door de ondersteuning voor zowel leerkrachten als scholieren te verbeteren. Toch wordt

het aanpakken van de steeds complexere wetenschappelijke taal, zoals beschreven in Barnett en Doubleday (2020), niet opgenomen in het STEM-agenda. Wetenschappelijke artikelen vereenvoudigen, op maat van de unieke noden voor een scholier met dyslexie in het middelbaar onderwijs, is tijds- en energie-intensief voor leerkrachten en scholieren. Geautomatiseerde en adaptieve tekstvereenvoudiging biedt hier een baanbrekende oplossing om de werkdruk te verminderen.

Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen met welke technologische en logopedische aspecten AI ontwikkelaars rekening moeten houden bij de ontwikkeling van een adaptieve AI toepassing voor geautomatiseerde tekstvereenvoudiging. De volgende onderzoeksvraag is opgesteld: "Hoe kan de inhoud van een wetenschappelijke artikel automatisch vereenvoudigd worden, specifiek gericht op de verschillende behoeften van scholieren met dyslexie in de derde graad middelbaar onderwijs?". Het doel wordt bereikt door een antwoord op de volgende deelvragen te formuleren. Aan de hand van een literatuurstudie

<sup>1</sup><https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-agenda-2030-stem-competenties-voor-een-toekomst-en-missiegericht-beleid>

wordt er een antwoord gevormd op deelvraag 1-3. Het veldonderzoek geeft een antwoord op deelvraag 4. Ten slotte zal de vergelijkende studie een antwoord geven op deelvraag 5. De resultaten van dit onderzoek zetten AI ontwikkelaars aan om een toepassing te maken om scholieren met dyslexie te kunnen ondersteunen in de derde graad middelbaar onderwijs.

1. Welke aanpakken zijn er voor (geautomatiseerde) tekstvereenvoudiging?
2. Hoe kan geautomatiseerde tekstvereenvoudiging worden gebruikt om scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs te ondersteunen?
3. Met welke valkuilen bij taalverwerking met AI moeten ontwikkelaars rekening houden?
4. Welke toepassingen, tools en modellen zijn er beschikbaar om Nederlandstalige geautomatiseerde tekstvereenvoudiging met AI mogelijk te maken?
5. Welke functies ontbreken AI toepassingen om geautomatiseerde én adaptieve tekstvereenvoudiging mogelijk te maken voor scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs?

## 2. State-of-the-art

De voorbije tien jaar is kunstmatige intelligentie (AI) sterk verder ontwikkeld. De toename in kennis zorgde voor nieuwe toepassingen (Vasista, 2022). Tekstvereenvoudiging vloeide hier uit voort. Momenteel bestaan er al robuuste toepassingen die teksten kunnen vereenvoudigen, zoals Resoomer<sup>2</sup>, Paraphraser<sup>3</sup> en Prepostseo<sup>4</sup>. Binnen het kader van tekstvereenvoudiging is er bestaande documentatie beschikbaar waar onderzoekers het voordeel van toegankelijkheid aanhalen, maar volgens Gooding (2022) ontbreken deze toepassingen de extra noden die scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs vereisen.

Shardlow (2014) haalt aan dat het algemene doel van tekstvereenvoudiging is om ingewikkelde bronnen toegankelijker te maken. Het zorgt voor verkorte teksten zonder de kernboodschap te verliezen. Siddharthan (2014) haalt verder aan dat tekstvereenvoudiging op één van drie manieren gebeurt. Er is conceptuele vereenvoudiging waarbij documenten naar een compacter formaat worden getransformeerd. Daarnaast is er uitgebreide modificatie die kernwoorden aanduidt door gebruik van redundantie. Als laatste is er samenvatting die documenten verandert in kortere teksten

met alleen de topische zinnen. Met deze concepten zijn ontwikkelaars volgens Siddharthan (2014) in staat om ingewikkelde woorden te vervangen door eenvoudigere synoniemen of zinnen te verkorten zodat ze sneller leesbaar zijn.

Tekstvereenvoudiging behoort tot de zijtak van natuurlijke taalverwerking (NLP) in kunstmatige intelligentie. NLP omvat methodes om, door machinaal leren, menselijke teksten om te zetten in tekst voor machines. Documenten vereenvoudigen met NLP kan volgens Chowdhary (2020) op twee manieren: extract of abstract. Bij extractieve simplificatie worden zinnen gelezen zoals ze zijn neergeschreven. Vervolgens bewaart een document de belangrijkste taalelementen om de tekst te kunnen hervormen. Deze vorm van tekstvereenvoudiging komt volgens (Sciforce, 2020) het meeste voor. Daarnaast is er abstracte simplificatie die de kernboodschap van de zin bewaart en daarmee een nieuwe zin opbouwt. Volgens het onderzoek van Chowdhary (2020) heeft deze vorm potentieel dankzij de menselijke interpretatie, maar zit nog in de kinderschoenen.

Het onderzoek van Franse wetenschappers Gala en Ziegler (2016) illustreert dat manuele tekstvereenvoudiging schoolteksten toegankelijker maakt voor kinderen met dyslexie. Dit deden ze door simpelere synoniemen en zinsstructuren te gebruiken. Verwijswoorden werden vermeden en woorden kort gehouden. De resultaten waren veelbelovend. Het leestempo lag hoger en de kinderen maakten minder leesfouten. Ook bleek er geen verlies van begrip in de tekst bij geteste kinderen. Resultaten van de studie werden gebundeld voor de mogelijke ontwikkeling van een AI hulpmiddel.

De visuele weergave van tekst beïnvloedt de leessnelheid bij scholieren met dyslexie. Zo haalt het onderzoek van Rello e.a. (2012) tips aan waarmee teksten en documenten rekening moeten houden bij scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Het gaat over speciale lettertypes, spreiding tussen woorden en het gebruik van inzoomen op aparte zinnen. Het onderzoek haalt verder aan dat teksten voor deze unieke noden aanpassen tijdovend is, dus tekstvereenvoudiging door kunstmatige intelligentie kan een revolutionaire oplossing bieden. De Universiteit van Kopenhagen is met bovenstaande idee aan de slag gegaan. Onderzoekers Bingel e.a. (2018) hebben gratis software ontwikkeld, genaamd Hero<sup>5</sup>, om tekstvereenvoudiging voor scholieren in het middelbaar onderwijs met dyslexie te automatiseren. De software bestudeert met welke woorden de gebruiker moeite heeft, en vervangt die door simpelere alternatieven. Hero bevindt zich nu in beta-vorm en wordt enkel in het Engels en Deens ondersteund.

Roldós (2020) haalt aan dat NLP in de laatste

<sup>2</sup><https://resoomer.com/nl/>

<sup>3</sup><https://www.paraphraser.io/nl/tekst-samenvatting>

<sup>4</sup><https://www.prepostseo.com/tool/nl/text-summarizer>

<sup>5</sup><https://beta.heroapp.ai/>

decennia volop in ontwikkeling is, maar ontwikkelaars botsen nog op uitdagingen. Het gaat om zowel interpretatie- als dataproblemen bij AI machines. Het onderzoek haalt twee punten aan. Allereerst is het voor een machine moeilijk om de context van homoniemen te achterhalen. Bijvoorbeeld bij het woord 'bank' is het niet duidelijk voor de machine of het gaat over de geldinstelling of het meubel. Daarnaast zijn synoniemen geen probleem voor tekstverwerking.

Het onderzoek van Sciforce (2020) haalt aan dat het merendeel van NLP-toepassingen Engelstalige invoer gebruikt. Niet-Engelstalige toepassingen zijn zeldzaam. De opkomst van AI technologieën die twee datasets gebruiken, biedt een oplossing voor dit probleem. De software vertaalt eerst de oorspronkelijke tekst naar de gewenste taal, voordat de tekst wordt herwerkt. Hetzelfde onderzoek bewijst dat het vertalen van gelijkaardige talen, zoals Duits en Nederlands, een minimaal verschil oplevert.

Voor scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs bestaan digitale hulpmiddelen die voor een betere visuele presentatie zorgen van teksten. De Vlaamse overheid leent gratis abonnementen<sup>6</sup> uit voor voorlees- en schrijftsoftware. De voornaamste zijn SprintPlus<sup>7</sup>, Alinea<sup>8</sup> en Kurzweil3000<sup>9</sup>. Vlaamse scholieren met dyslexie in het middelbaar onderwijs kunnen voor deze software een gratis abonnement of licentie aanvragen. Al bieden de vijf softwarepakketten elk een samenvattingsfunctie aan, echter ligt de focus op spreek- en luisterfuncties waarbij het samenvatten en markeren van tekst als extra wordt gehouden.

Vlaanderen heeft weinig zicht op de geïmplementeerde AI software in scholen. Dit werd vastgesteld door (Martens e.a., 2021a), een samenwerking tussen de Vlaamse universiteiten en overheid voor AI. Vergeleken met andere Europese landen, maakt België het minst gebruik van leerlinggeoriënteerde hulpmiddelen. Degenen die wel gebruikt worden, zijn vooral online leerplatformen voor zelfstandig werken. Ook maakt België amper gebruik van beschikbare software die de leermethoden en -noden van leerlingen evalueert (Martens e.a., 2021b).

ChatGPT<sup>10</sup> van OpenAI is een chatbot gebouwd op het GPT-3 model. Helaas moet de chatbot expliciet gevraagd worden om tekst te vereenvoudigen via de online toepassing. Verhoeven (2023) haalt aan dat toepassingen zoals ChatGPT een wondermiddel zijn om de werklast van routinematig en boilerplate werk te verminderen in het

onderwijs. Het is mogelijk om toepassingen te ontwikkelen met het GPT-3 model, maar de API van GPT-3 is alleen tegen betaling beschikbaar. Daarnaast haalt Deckmyn (2021) aan dat GPT-3 sterker staat in het maken van Engelstalige teksten, dan Nederlandstalige teksten. De databank waar het GPT-3 model mee is getraind, bestaat immers voor 92% uit Engelse teksten, slechts 0,35% is Nederlands. Ontwikkelaars moeten de evolutie van dit model opvolgen, vooraleer er een Nederlandstalige toepassing wordt gemaakt. Readable<sup>11</sup> is een Engelstalige AI toepassing dat zinnen beoordeeld met leesbaarheidsformules. Bij beide tools is het enkel mogelijk om tekst op een webapplicatie in te geven, dus er is geen mogelijk om een PDF-document of afbeelding up te loaden.

Python staat bovenaan de lijst van programmeertalen voor NLP-toepassingen. Volgens het onderzoek van Thangarajah (2019) is dit te wijten aan de eenvoudige syntax, kleine leercurve en grote beschikbaarheid van kant-en-klare bibliotheken. Moeilijke wiskundige berekeningen of statistische analyses kunnen worden uitgevoerd door middel van één lijn code. Malik (2022) haalt de twee meest voorkomende aan, namelijk NLTK<sup>12</sup> en Spacy<sup>13</sup>. Deep Martin<sup>14</sup> bouwt verder op het onderzoek van Shardlow (2014) naar een pipeline voor lexicale vereenvoudiging. Deep Martin maakt gebruik van *custom transformers* om invoertekst te converteren naar een vereenvoudigde versie van de tekstinhoud.

In de Nederlandse taal zijn er een schaars aantal vereenvoudigde datasets en *word embeddings* beschikbaar. Binnen Germaanse talen zijn er meer datasets en word embeddings beschikbaar die de complexiteit van woorden bijhouden. Zo zijn er in de Duitse taal Klexicon<sup>15</sup> en TextComplexityDE<sup>16</sup>. Een onderzoek van Suter e.a. (2016) bouwde een rule-based NLP-model met 'Leichte Sprache', wat geen alternatief is op de vooraf aangehaalde Simple English dataset van Wikipedia.

Volgens Garbacea e.a. (2021) is het belangrijk dat AI ontwikkelaars niet alleen aandacht besteden aan het aanpassen van woorden en zinnen, maar ook aan het begrijpen waarom ze aangepast moeten worden. Zij wijzen op twee ethische aspecten die belangrijk zijn voor AI taaltoepassingen ten aanzien van de eindgebruiker. Eerst moet de toepassing duidelijk aangeven waarom een zin of woord is aangepast. Het model moet de moeilijkheidsgraad van de woorden of zinnen bewijzen. Iavarone e.a. (2021) beschrijft bijvoorbeeld een methode met regressiemodellen om

<sup>6</sup><https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijspersoneel/van-basis-tot-volwassenenonderwijs/lespraktijk/ict-in-de-klas/voorleessoftware-voor-leerlingen-met-leesbeperkingen>

<sup>7</sup><https://www.sprintplus.be/>

<sup>8</sup><https://sensotec.be/product/alinea-suite/>

<sup>9</sup><https://sensotec.be/product/kurzweil-3000/>

<sup>10</sup><https://chat.openai.com/chat>

<sup>11</sup><https://readable.com/>

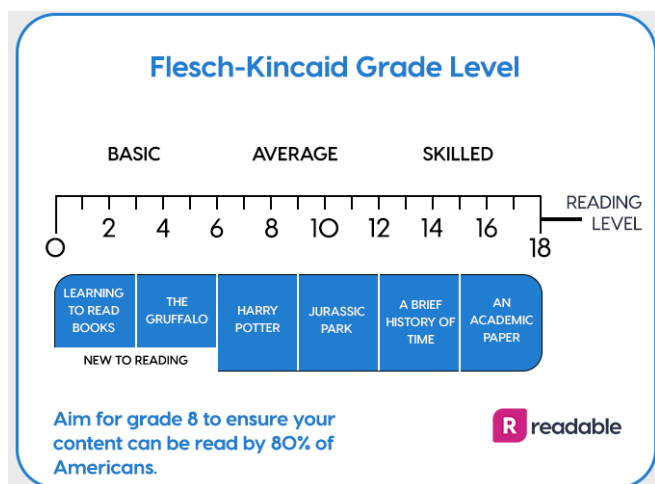
<sup>12</sup><https://www.nltk.org/>

<sup>13</sup><https://spacy.io/>

<sup>14</sup><https://github.com/chrislemke/deep-martin>

<sup>15</sup><https://github.com/dennlinger/klexikon>

<sup>16</sup><https://github.com/babaknaderi/TextComplexityDE>



Figuur 1: (Readable, 2021)

de moeilijkheidsgraad te bepalen, door een gemiddeld moeilijkheidspercentage per zin te berekenen. Daarnaast benadrukt Garbacea e.a. (2021) het belang van het markeren van de complexere delen van een tekst. Hiervoor kunnen methoden zoals lexicale of deep learning worden gebruikt.

Er is een tactvolle aanpak nodig om een vereenvoudigde tekst met AI te beoordelen. De studie van Swayamdipta (2019) haalt aan dat er extra nood is aan NLP-modellen waarbij de tekst zijn kernboodschap behoudt. Samen met Microsoft Research bouwden ze NLP-modellen die gericht waren op de bewaring van zinsstructuur en -context door *scaffolded learning*. Hiervoor maakten de onderzoekers gebruik van een voorspellingsmethode die de positie van woorden en zinnen in een document beoordeelde. De Flesch-Kincaid leesbaarheidstest is volgens Readable (2021) een alternatieve manier om vereenvoudigde tekstinhoud te beoordelen, zonder de nood van vooraf getrainde modellen. Met de Python-library *textstat*<sup>17</sup> kan deze score eenvoudig worden berekend.

### 3. Methodologie

Een *mixed-methods* toont aan hoe toepassingen de inhoud van een wetenschappelijke paper geautomatiseerd kunnen vereenvoudigen, specifiek gericht op scholieren in de derde graad middelbaar. Het onderzoek houdt vijf grote fases in. De eerste fase is het proces van geautomatiseerde tekstvereenvoudiging beschrijven. Dit gebeurt via een grondige studie van vakliteratuur en wetenschappelijke teksten. Ook blogs van experts komen hier aan bod. Na het verwerven van de nodige inzichten wordt er een verklarende tekst opgesteld.

De tweede fase bestaat uit het analyseren van wetenschappelijke werken over de bewezen voor-

delen van tekstvereenvoudiging bij scholieren met dyslexie van het derde graad middelbaar onderwijs. Hiervoor zijn geringe thesissen beschikbaar, die zorgvuldigheid vragen tijdens interpretatie. De resulterende tekst bevat de voordelen samen met hun wetenschappelijke onderbouwing.

De derde fase is opnieuw een beschrijving. Hier worden de valkuilen bij taalverwerking met AI-software nagegaan. Deze fase van het onderzoek brengt mogelijke nadelen en tekortkomingen van AI-software bij tekstsimplificatie aan het licht. Dit gebeurt aan de hand van een technische uitleg.

De vierde fase omvat een toelichting over beschikbare AI toepassingen voor tekstvereenvoudiging. Aan de hand van een veldonderzoek op het internet en bij bedrijven wordt een longlist opgesteld van beschikbare toepassingen voor tekstvereenvoudiging in het onderwijs. Met een requirementsanalyse wordt er een shortlist opgesteld van software. De shortlist vormt de basis voor de ontwikkeling van een prototype voor geautomatiseerde en adaptieve tekstvereenvoudiging.

De vijfde en laatste fase van het onderzoek richt zich op het testen en beoordelen van gekozen AI-toepassingen voor tekstvereenvoudiging. In dit experiment zullen scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs de shortlisted AI toepassingen en het prototype uitproberen. Het doel is om de effectiviteit en gebruikersvriendelijkheid van deze toepassingen te beoordelen. Na een grondige analyse wordt er met de resultaten van de testfase bepaalt of de toepassingen aan de unieke noden van een scholier met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs voldoen om wetenschappelijke papers te vereenvoudigen voor scholieren in het middelbaar onderwijs.

### 4. Verwacht resultaat, conclusie

Er wordt verwacht dat de huidige softwareoplossingen voor tekstvereenvoudiging onvoldoende aansluiten bij de noden van scholieren met dyslexie in het derde graad middelbaar onderwijs. Het prototype is moeilijk af te stemmen op de specifieke noden van deze doelgroep. Er is nood aan aangepaste transformers om bevredigende resultaten te bereiken. Bovendien is er een gebrek aan Nederlandstalige word embeddings die de complexiteit van elk woord kunnen bijhouden en aan kant-en-klare modellen die de inhoud van wetenschappelijke papers kunnen vereenvoudigen. Word embeddings uit een Germaanse taal gebruiken, gevolgd door vertaling naar het Nederlands is wel een aanvaardbaar alternatief.

<sup>17</sup><https://pypi.org/project/textstat/>



## Referenties

- Barnett, A., & Doubleday, Z. (2020). Meta-Research: The growth of acronyms in the scientific literature (P. Rodgers, Red.). *eLife*, 9, e60080.
- Bingel, J., Paetzold, G., & Søgaaard, A. (2018). Lexi: A tool for adaptive, personalized text simplification. *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*, 245–258.
- Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer, New Delhi.
- Dapaah, J., & Maenhout, K. (2022, juli 8). *Iedereen heeft boter op zijn hoofd* (D. Standaard, Red.). [https://www.standaard.be/cnt/dmf20220607\\_97763592](https://www.standaard.be/cnt/dmf20220607_97763592)
- Deckmyn, D. (2021, maart 19). *Robot schrijft mee De Standaard* (D. Standaard, Red.). [https://www.standaard.be/cnt/dmf20210319\\_05008561](https://www.standaard.be/cnt/dmf20210319_05008561)
- Gala, N., & Ziegler, J. (2016). Reducing lexical complexity as a tool to increase text accessibility for children with dyslexia. *Proceedings of the Workshop on Computational Linguistics for Linguistic Complexity (CL4LC)*, 59–66.
- Garbacea, C., Guo, M., Carton, S., & Mei, Q. (2021). Explainable Prediction of Text Complexity: The Missing Preliminaries for Text Simplification. *Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers)*, 1086–1097. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.acl-long.88>
- Gooding, S. (2022). On the Ethical Considerations of Text Simplification. *Ninth Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies (SLPAT-2022)*, 50–57. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.slpac-1.7>
- Iavarone, B., Brunato, D., & Dell'Orletta, F. (2021). Sentence Complexity in Context. *Proceedings of the Workshop on Cognitive Modeling and Computational Linguistics*, 186–199. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.cmcl-1.23>
- Malik, R. S. (2022, juli 4). *Top 5 NLP Libraries To Use in Your Projects* (T. Al, Red.). <https://towardsai.net/p/l/top-5-nlp-libraries-to-use-in-your-projects>
- Martens, M., De Wolf, R., & Evens, T. (2021a). *Algoritmes en AI in de onderwijscontext: Een studie naar de perceptie, mening en houding van leerlingen en ouders in Vlaanderen*. Kenniscentrum Data en Maatschappij. Verkregen maart 30, 2022, van <https://data-en-maatschappij.ai/publicaties/survey-onderwijs-2021>
- Martens, M., De Wolf, R., & Evens, T. (2021b, juni 28). *School innovation forum 2021*. Kenniscentrum Data en Maatschappij. Verkregen april 1, 2022, van <https://data-en-maatschappij.ai/nieuws/school-innovation-forum-2021>
- Readable. (2021). *Flesch Reading Ease and the Flesch Kincaid Grade Level*. <https://readable.com/readability/flesch-reading-ease-flesch-kincaid-grade-level/>
- Rello, L., Kanvinde, G., & Baeza-Yates, R. (2012). Layout Guidelines for Web Text and a Web Service to Improve Accessibility for Dyslexics. *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*.
- Roldós, I. (2020, december 22). *Major Challenges of Natural Language Processing (NLP)*. MonkeyLearn. Verkregen april 1, 2022, van <https://monkeylearn.com/blog/natural-language-processing-challenges/>
- Sciforce. (2020, februari 4). *Biggest Open Problems in Natural Language Processing*. Verkregen april 1, 2022, van <https://medium.com/sciforce/biggest-open-problems-in-natural-language-processing-7eb101ccfc9>
- Shardlow, M. (2014). A Survey of Automated Text Simplification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Special Issue on Natural Language Processing 2014*, 4(1). <https://doi.org/10.14569/SpecialIssue.2014.040109>
- Siddharthan, A. (2014). A survey of research on text simplification. *ITL - International Journal of Applied Linguistics*, 165, 259–298.
- Suter, J., Ebling, S., & Volk, M. (2016). Rule-based Automatic Text Simplification for German.
- Swayamdipta, S. (2019, januari 22). *Learning Challenges in Natural Language Processing*. Verkregen april 1, 2022, van <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/learning-challenges-in-natural-language-processing/>
- Thangarajah, V. (2019). Python current trend applications- an overview.
- Vasista, K. (2022). Evolution of AI Design Models. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 3(3), 1–4. <https://www.cajotas.centralasianstudies.org/index.php/CAJOTAS/article/view/415>
- Verhoeven, W. (2023, februari 8). *Applaus voor de studenten die ChatGPT gebruiken* (Trends, Red.). [https://trends.knack.be/economie/bedrijven/applaus-voor-de-studenten-die-chatgpt-gebruiken/article-opinion-1934277.html?cookie\\_check=1676034368](https://trends.knack.be/economie/bedrijven/applaus-voor-de-studenten-die-chatgpt-gebruiken/article-opinion-1934277.html?cookie_check=1676034368)