

Radboud Universiteit



Het diagnosticeren van dysartrische spraak door middel van *confusion matrices*

*Hoe kunnen confusion matrices worden gebruikt om informatie over patronen in
deviaties in dysartrische en gezonde spraak te verkrijgen?*

Natalie van der Lugt

S4833023

Master Taal- en Spraakpathologie

Radboud Universiteit Nijmegen

Augustus 2021

Thesisbegeleider: Dr. W.A.J. Strik

Tweede lezer: Dr. T.M. Neger

Voorwoord

Voor u ligt de thesis ‘Het diagnosticeren van de dysartrische spraak door middel van *confusion matrices*’. In deze thesis staat de volgende vraag centraal: ‘*Hoe kunnen confusion matrices worden gebruikt om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak?*’ Het onderzoek bestaat uit een analyse van verschillende *confusion matrices*, die zijn verkregen uit eerder onderzoek (Xue, Ramos, Harmsen, Cucchiarini, Hout, & Strik, 2020). Aan de hand van die analyses zijn verschillende hoofd- en deelvragen beantwoord.

Deze thesis is geschreven ter afronding van de Master specialisatie Taal- en spraakpathologie aan de Radboud Universiteit te Nijmegen onder begeleiding van dr. W.A.J. Strik. Vanaf februari 2021 tot en met augustus 2021 ben ik bezig geweest met het uitvoeren van het onderzoek en het schrijven van de thesis.

Het onderhavige onderzoek dat ik heb uitgevoerd was complex. Daarnaast is de data zowel beschrijvend als statistisch geanalyseerd. Na uitvoerig kwantitatief en kwalitatief onderzoek konden de verschillende onderzoeksvragen worden beantwoord. Gedurende het onderzoek stonden mijn thesisbegeleider dr. W.A.J. Strik, promovendus W. Xue en statisticus dr. F.C.W. Hubers altijd voor mij klaar. Met hen zijn verschillende zaken van het onderzoek uitvoerig besproken en zijn vragen gesteld zodat het onderzoeksproces kon worden voortgezet.

Bij deze wil ik graag mijn begeleider enorm bedanken voor de begeleiding en ondersteuning tijdens dit traject. Tevens wil ik ook alle respondenten bedanken die mee hebben gedacht tijdens dit traject. Ik heb met hen op effectieve wijze kunnen overleggen en sparren over het onderzoek. Zonder hun medewerking had ik dit onderzoek niet op deze wijze kunnen afronden.

Tot slot wil ik mijn vrienden en in het bijzonder mijn familie bedanken voor hun ondersteuning en wijze raad gedurende dit traject. Hun wijsheid en motiverende woorden hebben er mede voor gezorgd dat ik deze thesis tot een goed einde heb weten te brengen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Natalie van der Lugt

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Abstract	5
1. Inleiding	6
1.1 Introductie	6
1.2 Aanleiding & Probleemstelling	6
1.3 Doelstelling	9
1.4 Onderzoeksopzet	10
1.5 Indeling thesis	10
2. Theoretisch kader	11
2.1 Dysartrie	11
2.2 Dysartrie en articulatiefouten	13
2.3 Meetinstrumenten dysartrische spraak	14
2.4 Dysartrie en <i>confusion matrices</i>	16
2.5 Hypothesen	17
Hypothese hoofdvraag 1	17
Hypothese deelvraag 1a:	17
Hypothese deelvraag 1b:	17
Hypothese deelvraag 1c	18
Hypothese deelvraag 1d:	18
Hypothese hoofdvraag 2:	18
3. Methode	19
3.1 Variabelen	19
3.2 Materiaal	19
3.2.1 Eerder onderzoek	19
3.2.2 Het onderhavige onderzoek	20
3.3 Participanten	21
3.4 Beoordelaars	21
3.5 Procedure	22
3.6 Data-analyse	23
3.7 Toelichting deelvragen	24
4. Resultaten	25
4.1 Beschrijvende analyses – Hoofdvraag 1 en deelvragen 1a t/m 1c	25
4.1.1 Hoofdvraag 1	25

4.1.2 Deelvraag 1a.....	25
4.1.3 Deelvraag 1b	25
4.1.4 Deelvraag 1c.....	26
4.2 Statistische analyse - Experiment 1 (deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2).....	26
4.3 Statistische analyse – Experiment 2 (deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2)	30
4.4 Statistische analyses – Deelvragen 1b en 1c	34
5. Discussie.....	35
5.1 Samenvatting resultaten – beschrijvende analyse	35
5.1.1 Deelvraag 1a.....	35
5.1.2 Deelvraag 1b	35
5.1.3 Deelvraag 1c.....	36
5.2 Samenvatting resultaten – statistische analyse	37
5.2.1 Resultaten deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2 - Experiment 1.....	37
5.2.2 Resultaten deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2 – Experiment 2	38
5.2.3 Resultaten deelvraag 1b en 1c	38
5.3 Beantwoording onderzoeksvragen	39
Hoofdvraag 1	39
Deelvraag 1a, 1d en hoofdvraag 2.....	39
Deelvragen 1b en 1c	39
5.4 Beperkingen	40
5.5 Suggesties vervolgonderzoek	41
6. Conclusie	42
Referenties.....	44
Bijlagen	47
1. Beschrijving experimenten eerder onderzoek	47
2. Voorbeelden <i>Confusion matrices</i>	49
3. Analyses	58
4. Beschrijvingen resultaten analyses.....	61
4.1 Beschrijvingen eerste analyse	61
4.2 Beschrijvingen tweede analyse	67
5. Uitingen gebruikt in experiment 1 en 2.....	75
5.1 Uitingen experiment 1 (betekenisvolle woorden).....	75
5.2 Uitingen experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden)	75

Abstract

The intelligibility of dysarthric speech is one of the most researched areas. The intelligibility is often measured in different ways. Multiple researchers (Xue et al., 2020) have mentioned that objective measures of speech intelligibility are needed. *Confusion matrices* have often been used in the past to give an overview of articulation errors such as substitutions, insertions and deletions. The main research question of the current master thesis is: *'In which way can the confusion matrices, computed from two experiments from previous research by Xue et al. (2020), be used to obtain information about patterns in deviations in dysarthric and healthy speech?'* The *confusion matrices* have been analyzed both descriptively and statistically. The descriptive and statistical analysis concentrated on the differences between factors such as 'type of group' (dysarthric and normal speakers), 'type of stimuli' (meaningful words with and pseudowords without contextual information (experiment 1 or 2)) and 'type of transcription task' (meaningful (WTrans) vs. meaningful-/pseudowords (LTrans)). Both descriptive and statistical analysis looked at various types of *confusion matrices* like normalized, unnormalized, matrices of vowels/diphthongs and matrices of consonants. All the *confusion matrices* were based on graphemes. The highlights of these analysis are described in this thesis report. Different statistical analysis were carried out in the program SPSS (IBM SPSS, version 25). In order to investigate the effect of contextual information (meaningful words with contextual information (experiment 1) vs. meaningful words and pseudowords with no contextual information (experiment 2)) on the number of deviations made and to investigate the effect of transcriptions task (meaningful words (WTrans) v. meaningful-/pseudowords (LTrans) on the number of deviations made, a descriptive analysis and two paired t-tests were computed. To investigate the effect of the severity of the dysarthric speech and type of grapheme on the number of deviations made, two 4 x 5 Mixed ANOVA were computed, both of experiment one and two. It was expected that there would be differences between the mentioned factors. Also, it was expected that there would be a significant effect of 'type of group' (dysarthric and normal speakers), 'type of grapheme' and interaction-effect 'type group * type of grapheme' on the number of deviations. The results of both the descriptive and statistical analysis showed that differences were found between the 'type of speech', 'type of stimuli' and 'type of transcription task'. The results of experiment one showed a significant effect of the within-subject factor 'type of grapheme' on the number of deviations shown by the relevant graphemes. The results of experiment two showed a significant effect of the factor 'group' (dysarthric and normal speakers) and 'type of grapheme' on the number of deviations made. In short, these results show that the different *confusion matrices* can be used to obtain important information of the dysarthric speech. Future research should focus on using *confusion matrices* on phoneme level instead of grapheme level. Then more can be said about the speech intelligibility of dysarthric speakers. Based on the results on grapheme level, only assumptions can be made about the speech intelligibility of these speakers. Results on phoneme level will give more information about the speech intelligibility and is therefore needed.

1. Inleiding

1.1 Introductie

Dysartrie is een articulatiestoornis die tot op heden door veel onderzoekers en auteurs in kaart is gebracht. Deze articulatiestoornis kent in de literatuur verschillende definities. Voor deze thesis wordt uitgegaan van de volgende hedendaagse definitie, gegeven door Duffy (2013):

'Dysarthria is a collective name for a group of neurologic speech disorders that reflect abnormalities in the strength, speed, range, steadiness, tone, or accuracy of movements required for the breathing, phonatory, resonatory, articulatory, or prosodic aspects of speech production. The responsible neuropathophysiologic disturbance of control or execution are due to one or more sensorimotor abnormalities, which most often include weakness, spasticity, incoordination, involuntary movements, or excessive, reduced or variable muscle tone.'

Uit deze definitie volgt dat dysartrie zich op verschillende manieren kan uiten. Duffy (2013) heeft beschreven dat verschillende componenten zoals de kracht, bereik, snelheid en toon van de spraak, afwijkend kunnen zijn bij een dysartrie. Dysartrie ontstaat als één of meer van de bovenstaande componenten verstoord is/zijn als gevolg van een neuromusculaire aandoening. Welke componenten zijn aangedaan hangt af van de plaats van de beschadiging in het zenuwstelsel. Wanneer één of meer van de bovenstaande spraakcomponenten zijn verstoord kan dit leiden tot een verstoorde communicatie. De verstoorde communicatie bij mensen met een dysartrie wordt voornamelijk veroorzaakt door een aangedane verstaanbaarheid (Kempler, & Lancker, 2002). Echter is dysartrie geen universele stoornis. Patiënten laten een grote verscheidenheid in aangedane spraakcomponenten zien. Onderzoekers van de Mayo Clinic in de Verenigde Staten (1987-1990) hebben een eerste classificatie opgesteld. Deze classificatie is gebaseerd op neurofysiologische overwegingen: *'Welk onderdeel is gestoord en welke symptomen zijn hiervan het gevolg?'* (Darley, Aronson, Brown, 1975). De classificatie omvat de volgende dysartriesyndromen: slappe dysartrie; spastische dysartrie; atactische dysartrie; hypokinetische dysartrie; hyperkinetische dysartrie en gemengde dysartrie. In het hoofdstuk 'Theoretisch kader' worden de verschillende vormen dysartrie nader toegelicht. De classificatie van de Mayo Clinic (1987-1990) wordt vandaag de dag door logopedisten gebruikt om het type dysartrie te differentiëren. Een logopedist brengt de stem en verstaanbaarheid door middel van onderzoek in kaart. Het beoordelen van de spraakverstaanbaarheid bij dysartrie blijkt daarentegen een lastig beoordelingsaspect.

1.2 Aanleiding & Probleemstelling

Xue, Cucchiari, van Hout en Strik hebben in 2019 beschreven dat de spraakverstaanbaarheid een belangrijke constructie is, die voor verschillende onderzoeksgebieden is onderzocht. De spraakpathologie is één van die gebieden waarbij de spraakverstaanbaarheid van pathologische spraak wordt onderzocht. Spraakpathologen gebruiken onder andere testen als de Dutch Intelligibility Assessment (DIA) (Middag, Martens, Van Nuffelen, & De Bodt, 2009) en de Sentence intelligibility test (Yorkston, Beukelman, & Tice, 1996) om de spraakverstaanbaarheid van dysartrische patiënten in kaart te brengen. Voor het bepalen van de mate van spraakverstaanbaarheid hanteert Hustad (2008) de volgende definitie van spraakverstaanbaarheid: *'Intelligibility refers to how well a speaker's acoustic signal can be accurately recovered by a listener.'* Deze definitie illustreert dat de spraakverstaanbaarheid niet afzonderlijk geëvalueerd kan worden en een referentie nodig is om deze evaluatie goed plaats te laten vinden. Dit leidt ertoe dat bijvoorbeeld logopedisten als beoordelaars worden gevraagd om de spraakverstaanbaarheid te beoordelen. Het is een gebruikelijke procedure om beoordelaars te vragen, een oordeel te geven over de mate van verstaanbaarheid met behulp van een intervalschaal zoals de Likertschaal (Yorkston et al.,

1996) of de Visuele Analoge Schaal (VAS) (Hayes, & Patterson, 1921). Het letterlijk transcriberen van de gerealiseerde fonemen werd ook onderzocht door Xue et al. (2019). In het artikel van Xue et al. (2019) wordt beschreven dat bij het gebruik van deze methoden (d.w.z. het gebruik van de Likertschaal, VAS en transcripties), te allen tijde rekening dient te worden gehouden met de effecten van subjectiviteit en betrouwbaarheid. In andere literatuur is beschreven dat deze methoden echter tijdrovend en kostbaar zijn (Miller, 2013; Xue et al., 2019). Daarnaast bestaat de voorkeur om meerdere beoordelaars te laten participeren binnen een onderzoek. Op die manier worden betrouwbare resultaten verkregen. De behoefte om meerdere beoordelaars te laten participeren, maakt het evenals nog bewerklijker en duurder (Miller, 2013; Xue et al., 2019). Geautomatiseerde objectieve metingen van de verstaanbaarheid zijn nodig zodat onderzoekers onafhankelijk zijn van intensieve menselijke inspanningen. Meerdere onderzoekers hebben verschillende methoden onderzocht. Tot op heden is er echter nog altijd vraag naar een objectief meetinstrument van de spraakverstaanbaarheid.

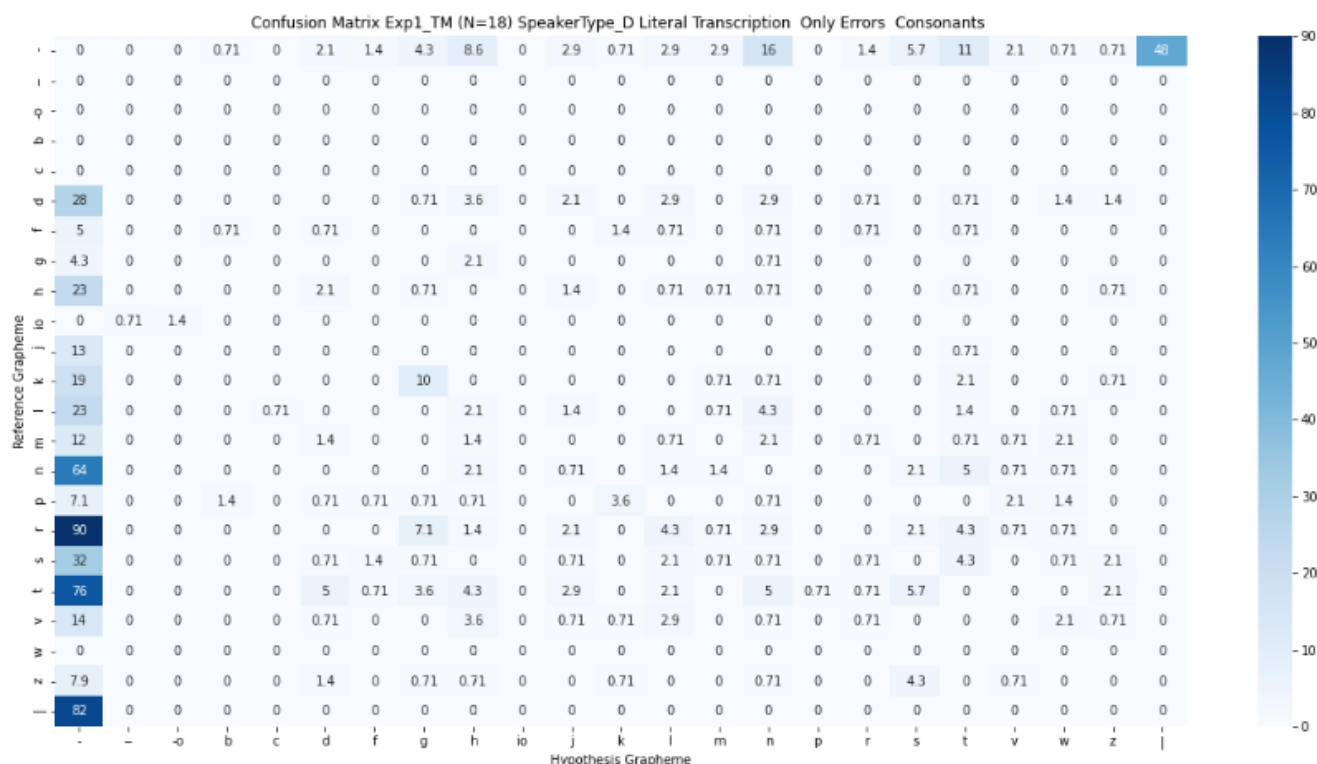
Xue, Ramos, Harmsen, Cucchiaroni, Hout, & Strik (2020) hebben tevens geprobeerd om inzicht te verkrijgen in valide procedures. Zij hebben twee experimenten uitgevoerd bij dysartrische sprekers en gezonde sprekers. Experiment 1 omvatte 18 sprekers (14 dysartrische sprekers en 4 controle sprekers). Voor elke spreker werden dezelfde vier uitingen voorgelezen, gehaald uit de COPAS-database. De beoordelaars beoordeelden deze uitingen aan de hand van een VAS-schaal. De beoordelaars mochten twee keer naar elke opname luisteren. Experiment 2 omvatte dezelfde 18 sprekers als experiment 1. De sprekers produceerde verschillende samples (drie subsets van de DIA-taak). In zijn totaliteit werden 54 uitingen opgenomen (3 subsets van 18 sprekers). De beoordelaars konden deze opnames slechts één keer luisteren. Bij beide experimenten werden de beoordelaars gevraagd om de verstaanbaarheid te beoordelen en orthografisch te transcriberen wat zij hoorden.

De stimuli, woorden die voorgelezen moesten worden door de 18 sprekers, konden bestaande woorden of pseudowoorden zijn. Voor experiment 1 waren dit betekenisvolle woorden en voor experiment 2 waren dit naast betekenisvolle woorden ook pseudowoorden. Zie tabel 1 en bijlage 5. Voor het maken van de orthografische transcripties waren er twee opties: 1) WTrans, woordelijke transcriptie, waarbij de woorden alleen betekenisvolle woorden mogen zijn. 2) LTrans, letterlijke transcriptie, waarbij naast de betekenisvolle ook pseudowoorden mogen zijn. In experiment 1 werden beide transcriptievormen gebruikt, de transcriptievorm bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) en de transcriptievorm bestaand uit betekenisvolle woorden en pseudowoorden (LTrans). De subsets van experiment 2 bevatte naast betekenisvolle woorden ook pseudowoorden waardoor de transcriptievorm bestaand uit pseudowoorden en betekenisvolle woorden (LTrans) de enige vorm van transcriptie was bij dit experiment.

Kortom, bij experiment 1 beoordeelden de beoordelaars de betekenisvolle woorden met contextuele informatie. Bij experiment 2 beoordeelden de beoordelaars naast de betekenisvolle woorden ook pseudowoorden zonder contextuele informatie. De resultaten voortgekomen uit deze experimenten zijn gebruikt voor het onderhavige onderzoek. Wanneer het effect van contextuele informatie wordt bekeken wordt voor het onderhavige onderzoek gesproken over type uitingen (uitingen beoordeeld met en zonder contextuele informatie). De opzet van deze experimenten en hoe de experimenten tot stand zijn gekomen wordt in het hoofdstuk 'Methode' nader toegelicht, zie tevens bijlage 1 'Beschrijvingen experimenten eerder onderzoek'.

Het onderzoek van Xue et al. (2020) heeft veel datasets opgeleverd, die op verschillende manieren geanalyseerd kunnen worden. Bij de transcripties kwam naar voren dat dysartrische sprekers fonologische processen lieten zien als inserties, deleties en substituties. Deze deviaties zijn door Xue et al. (2020) weergegeven in verschillende

confusion matrices. Deze *confusion matrices* kunnen informatie geven over eventuele patronen in de dysartrische spraak. Deze *confusion matrices* worden voor het onderhavige onderzoek geanalyseerd. *Confusion matrices* zijn opgebouwd uit diverse kolommen en rijen. Bij het onderzoek van Xue et al. (2020) bevatten de matrices data verkregen uit experiment 1 of 2. De *confusion matrices* werden gevormd aan de hand van de verschillende condities: experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie) of 2 (pseudowoorden zonder contextuele informatie; de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) of de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans); consonanten of vocalen/diftongen; groepsniveau en tot slot van dysartrische spraak of gezonde spraak. Zie figuur 1 ‘Voorbeeld niet-genormaliseerde matrix’. Zie tevens de verdeling participanten en vormen transcripties in tabel 1.



Figuur 1. Voorbeeld niet-genormaliseerde confusion matrix. De waarden in de matrix staan voor de absolute waarden. Deze absolute waarden geven het aantal deviaties weer die voorkwamen bij bepaalde grafemen. Zie voor meer voorbeelden bijlage 2.

Tabel 1. Verdeling participanten en vormen transcripties.

	Type spreker		Stimuli (zie bijlage 5)	Vorm orthografisch transcriptie	
	Controle	Dysartrisch			
Experiment 1 (betekenisvolle woorden beoordeeld met contextuele informatie)	4	14	Betekenisvolle woorden	Betekenisvolle- /pseudowoorden (LTrans)	Betekenisvolle woorden (WTrans)
Experiment 2 (pseudowoorden en betekenisvolle woorden beoordeeld zonder contextuele informatie)	4	14	Pseudowoorden + betekenisvolle woorden	Betekenisvolle woorden-/ pseudowoorden (LTrans)	

Confusion matrices (zie voorbeeld figuur 1) kunnen op verschillende manieren worden afgelezen. De weergegeven waarden geven informatie over de dysartrische en gezonde spraak. Langs de x-as en y-as zijn de grafemen van alle consonanten, vocalen/diftongen weergegeven. Links langs de y-as en bovenin langs de x-as staan de inserties en deleties vermeld bij de consonanten, vocalen/diftongen waarbij dat het geval was. In het midden van de matrix staan de substituties vermeld. Op die manier kan worden afgelezen welk grafeem wordt vervangen. De grafemen, die langs de y-as zijn geplaatst dienen als ‘reference grapheme’. De grafemen langs de x-as dienen als ‘hypothesis grapheme’. De reference grapheme staat voor hetgeen wat van de sprekers werd verwacht. De hypothesis grapheme staat voor hetgeen wat de beoordelaars daadwerkelijk hebben getranscribeerd met betrekking tot de spraak van de sprekers. Een insertie vindt plaats wanneer iets is genoteerd door de beoordelaars, maar dat van de sprekers niet werd verwacht. Een deletie vindt plaats wanneer iets is gemist in de transcriptie, terwijl dit wél in de referentie staat. Een substitutie vindt plaats wanneer een grafeem is vervangen door een ander grafeem, bijvoorbeeld wanneer de /k/ is vervangen door de /g/. Kortom, de waarden in de *confusion matrices* laten de gemaakte deviaties zien. De bar rechts van de matrices dient als legenda voor het aantal gemaakte deviaties. De waarden weergegeven bij deze bar verschillen per *confusion matrix*. Dit was afhankelijk van de vorm van de matrix, genormaliseerd of niet-genormaliseerd. Bij de niet-genormaliseerde *confusion matrices* staan de waarden voor absolute waarden, de /n/ werd bijvoorbeeld in 11 van de 50 gevallen weggelaten. Bij de genormaliseerde *confusion matrices* staan de waarden voor percentages of proporties, de /n/ werd bijvoorbeeld in 22% van de gevallen weggelaten.

Uit onderzoek (Platt, Andrews, & Howie, 1980) naar voren dat *confusion matrices* een geschikte methode is om deviaties in pathologische spraak in kaart te brengen. Men moet erop bedacht zijn dat veel verschillende soorten matrices gevormd kunnen worden (genormaliseerd, niet-genormaliseerd, matrices van consonanten, matrices van vocalen, matrices op groepsniveau, matrices van fonemen of matrices van grafemen). Daarbij is het voorsnog niet bekend welke *confusion matrices* bruikbaar zijn om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Om deze reden wordt dit in het onderhavige onderzoek onderzocht.

1.3 Doelstelling

Het doel van het onderhavige onderzoek is om na te gaan op welke manier *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak te verkrijgen? De *confusion matrices*, gebaseerd op de datasets van het onderzoek van Xue et al. (2020), werden voor het onderhavige onderzoek gebruikt. Om de doelstelling van het onderzoek te behalen zijn de volgende hoofd- en deelvragen opgesteld:

1. Op welke manier kunnen *confusion matrices* van grafemen, verkregen via twee eerder uitgevoerde experimenten bij een dysartrie- en controlegroep, gebruikt worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties (substituties, deleties, inserties) in dysartrische en gezonde spraak, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse
 - a. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de dysartrie- en controlegroep, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?
 - b. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de experimenten waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) zijn beoordeeld, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?

- c. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien in de vorm waarop de beoordelaars de transcriptie noteerden (betekenisvolle woorden en pseudowoorden (Wtrans) vs. pseudowoorden (LTrans)) gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?
 - d. Heeft de mate van de dysartrie (ernst) effect op de gemaakte deviaties (substituties, deleties, inserties) bij de dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?
2. In welke mate komen er verschillen voor in het aantal deviaties gemaakt, bij de grafemen: fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen bij zowel de controle- als dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?

1.4 Onderzoeksopzet

Om de bovenstaande onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is een experimenteel onderzoek opgezet met bestaande data verkregen uit het onderzoek van Xue et al. (2020). De datasets zijn zowel kwantitatief als kwalitatief geanalyseerd. Binnen het onderzoek zijn verschillende *confusion matrices* op grafeemniveau (genormaliseerd, niet-genormaliseerd, matrices van consonanten, matrices van vocalen, matrices op groepsniveau) beschrijvend en statistisch geanalyseerd. Deze matrices zijn geanalyseerd om na te gaan op welke manier de matrices gebruikt kunnen worden om relevante informatie te verkrijgen over de gemaakte deviaties (inserties, deleties en substituties). Voornoemde analyses zijn uitgevoerd op verschillende niveaus. Voor het onderzoek is gekozen om zowel een globale analyse als gedetailleerde analyse uit te voeren. Deze analyses zijn uitgevoerd met data op groepsniveau. Vervolgens zijn vier statistische toetsen opgezet. Om antwoord te krijgen om de deelvragen 1b en 1c zijn twee gepaarde t-toetsen uitgevoerd. De twee statistische toetsen om deelvraag 1a, 1d en hoofdvraag 2 te kunnen beantwoorden, betreffen beide een 4 x 5 Mixed design.

1.5 Indeling thesis

De literatuurstudie en hypothesen worden in hoofdstuk 2 weergegeven. In dat hoofdstuk wordt ingegaan op de articulatiestoornis dysartrie, dysartrie en articulatiefouten, meetinstrumenten van de dysartrische spraak en dysartrie in combinatie met *confusion matrices*. In hoofdstuk 3 wordt de methode van het onderhavige onderzoek besproken en in hoofdstuk 4 worden de resultaten van het onderhavige onderzoek beschreven. Hoofdstuk 5 omvat de discussie waarin antwoord wordt gegeven op de onderzoeksvragen en waarin de beperkingen/aanbevelingen worden beschreven. Het verslag wordt afgesloten met hoofdstuk 6 waarin de conclusie wordt beschreven.

2. Theoretisch kader

2.1 Dysartrie

Dysartrische spraakstoornissen worden veroorzaakt door een gebrekkige controle over de articulatiespiers ten gevolge van schade in het (motorische deel van het) centrale of perifere zenuwstelsel. De spraakstoornissen worden geclassificeerd aan de hand van de plaats van laesie (d.w.z. enen laesie in de cortex, basale ganglia, cerebellum etc.), leeftijd van onset, neurologische diagnose (vasculair, degeneratie, inflammatoire) en/of oorzaak. De gouden standaard is gebaseerd op het beoordelings- en classificatiesysteem van de Mayo Clinic (Darley et al., 1975). Aan de hand van dit classificatiesysteem kunnen zes verschillende soorten dysartrie worden beschreven: slap; spastisch; atactisch; hypokinetisch; hyperkinetisch en gemengd. De locatie en ernst van de schade bepalen de vorm en de ernst van het spraakprobleem. Doorgaans hebben alle vormen van dysartrie in meer of mindere mate invloed op articulatie, ademhaling, stemgeving (trillen van de stembanden), resonantie (nasaliteit) en intonatie. De zes verschillende vormen van dysartrie worden vastgesteld op basis van de symptomatologie, geassocieerd met laesies in het centrale en perifere zenuwstelsel (Dharmaperwira-Prins, 2005).

Darley et al. (1975) categoriseerde in hun onderzoek de spraakfuncties op basis van ademhaling, resonantie, stem, toonhoogte, luidheid, prosodie en articulatie. Daarbij werd tevens gekeken naar de twee algemene parameters van verstaanbaarheid en afwijkende spraak. De meest onderscheidende perceptuele spraakkenmerken werden bepaald. Vervolgens werd een auditief-perceptueel profiel voor elk van de zes subtypen dysartrie gebouwd. De verschillende subtypen dysartrie staan samengevat in tabel 2 ‘Classificatiesysteem subtypen dysartrie’. Deze tabel is gebaseerd op de literatuur van Darley et al. (1975) en Dharmaperwira-Prins (2005).

Zoals eerder is beschreven, is bij dysartrie sprake van een verminderde spraakverstaanbaarheid (Duffy, 2013). De vermindering van de spraakverstaanbaarheid vertegenwoordigt een complexe interactie van fysiologische en anatomische wijzingen in de spraak (Duffy, 2013). In het verleden zijn veel onderzoeken uitgevoerd waarin onderzoekers spraak motorische tekorten hebben onderzocht. Deze motorische tekorten worden geassocieerd met specifieke neurologische ziekten zoals Parkinson (PD), Amyotrofische Lateraal Sclerose (ALS), dystonie, chorea en pseudo bulbaire verlammingen. In het verleden is de spraakverstaanbaarheid in relatie tot veel verschillende aspecten (orofaciale kracht, tongfunctie, onderlip verplaatsingsamplitude en snelheid) onderzocht (Dykstra, Hakel, & Adams, 2007). Alhoewel deze studies uitgevoerd zijn, wordt het oorzakelijke verband tussen fysiologie en spraakverstaanbaarheid nog steeds niet begrepen. In de onderhavige literatuur lijkt geen duidelijk oorzaak-gevolg verband te zijn tussen de fysiologie en spraakverstaanbaarheid (Dykstra et al., 2007). Spraakverstaanbaarheid is een constructie die gebaseerd is op een unieke combinatie van respiratoire, larynx, velofaryngeale en articulatie-prosodische fysiologische motorsubsystemen. Dysartrie patiënten laten een aanzienlijke variatie zien in gestoorde spraakcomponenten. Die variatie bestaat niet alleen tussen dysartrie groepen maar ook binnen een dysartrie groep. Bovendien bevat de spraakverstaanbaarheid persoonlijke en contextuele factoren, die op hun beurt uniek zijn voor het individu met dysartrie.

Onder spraakverstaanbaarheid wordt het volgende verstaan: *‘The degree to which the acoustic signal (utterance produced by the dysarthric speaker) is understood by a listener’* (Yorkston, Strand, & Kennedy, 1996). De spraakverstaanbaarheid verwijst naar de uitvoering van een taak, uitgevoerd door een persoon. De verminderde spraakverstaanbaarheid is belemmerd voor de communicatie. Tevens speelt het een rol bij de manier waarop de omgeving iemand met dysartrie benadert. Uit onderzoek volgde dat dysartrische patiënten zich voornamelijk zorgen maken over de communicatie die gericht is op kwesties rondom

levensparticipatie (Yorkston, Klasner, & Swanson, 2001). Het deelnemen aan een gesprek werd door de participanten als belangrijk ervaren. Uit het onderzoek van Yorkston et al. (2001) volgde dat de communicatieve participatie veranderde en werd beperkt door vele factoren zoals spraak- en taalveranderingen, cognitieve-communicatie veranderingen, vermoeidheid en visuele veranderingen. De patiënten met dysartrie kregen daarnaast het gevoel dat ze anders werden behandeld door de omgeving (Yorkston et al., 2001). Kortom, het hebben van een dysartrie is een grote beperking in het participeren in de samenleving.

Tabel 2. Classificatiesysteem subtypen dysartrie.

Type	Synoniem	Lokalisatie/aandoening	Symptomen
Slap	Bulbair	Perifeer motorisch neuro; spier	- Slappe spraak - Onnauwkeurige consonanten - Hypernasaliteit - Zwakke stem
Spastisch	Pseudobulbair	Centraal motorisch neuron	- Spastische spraak - Onnauwkeurige consonanten - Monotonie - Verminderde nadruk
Atactisch	Cerebellair	Cerebellum en cerebellaire banen	- Onnauwkeurige consonanten - Slechte coördinatie met variaties in toonhoogte - Verlengde fonemen
Hypokinetisch	Extrapiramidale systemen (onder andere de basale ganglia)	Ziekte van Parkinson/parkinsonisme	- Monotonie - Verminderde nadruk - Onnauwkeurige consonanten - Wisselende snelheid
Hyperkinetisch	Extrapiramidale systemen	Chorea; dystonie	- Onnauwkeurige consonanten - Verlengde pauzes - Wisselende snelheid
Gemengd	Varieert	Combinaties van de bovengenoemde systemen/aandoeningen	- Combinaties van de bovengenoemde symptomen
<i>Deze tabel is gebaseerd op literatuur van Darley et al. (1975) en Dharmaperwira-Prins (2005)</i>			

2.2 Dysartrie en articulatiefouten

Zoals eerder werd beschreven is de verminderde spraakverstaanbaarheid van mensen met een dysartrie, een grote beperking. Verschillende onderzoekers hebben in het verleden gevonden dat de spraakverstaanbaarheid in relatie staat tot het articulatiepatroon. Dysartrische spraak wordt gedeeltelijk gekenmerkt door uitspraakfouten die onder andere bestaan uit deleties, substituties, inserties en vervormingen van fonemen (Mengistu, & Rudzicz, 2012). Kim, Martin, Hasegawa-Johnson, & Perlman hebben in 2010 articulatiefouten onderzocht in dysartrische spraak geproduceerd door zeven Amerikaans-Engelse moedertaalsprekers met een cerebrale parese. Dit is onderzocht door de spraak te transcriberen aan de hand van diakritische tekens om zo de articulatiefouten nader in kaart te brengen. De getranscribeerde uitspraak werd door de onderzoekers vergeleken met de uitspraak van woorden. Discrepancies tussen de getranscribeerde en referentie uitspraken werden in het onderzoek van Kim et al. (2010) geïdentificeerd als articulatiefouten. Foutpatronen werden onderzocht met betrekking tot verschillende consonant classificaties: (1) articulatie complexiteit, (2) plaats van articulatie en (3) de manier van articulatie. De resultaten van deze studie lieten zien dat het percentage correct gearticuleerde consonanten toenam naarmate de verstaanbaarheidsniveaus werden verhoogd. Dit resultaat suggereert dat sprekers met een lager verstaanbaarheidsniveau kwantitatief meer fouten maakten dan sprekers op een hoger verstaanbaarheidsniveau (Kim et al., 2010). Het percentage correct gearticuleerde uitingen nam af naarmate de complexiteit toenam.

Kim et al. (2010) zijn niet de enige onderzoekers die articulatiefouten bij de dysartrische spraak hebben onderzocht. Zo hebben Mengistu en Rudzicz in 2012 ook articulatiefouten bij dysartrische spraak onderzocht. Zij beschreven dat dysartrische spraak gekenmerkt wordt door articulatiefouten. Deze fouten volgden volgens hen intra-spreker patronen die werden benut om akoestische en lexicale modelaanpassingen uit te voeren. Dit werd gedaan om automatische spraakherkenning (ASR) van dysartrische spraak te verbeteren. Mengistu et al. (2012) hebben waargenomen dat articulatie- en uitspraakfouten in dysartrische spraak herhaalbaar leken te zijn bij individuele sprekers (Yorkston, Beukelman, & Bell, 1988). De waargenomen deviaties in de dysartrische spraak zijn door de onderzoekers in de volgende klassen verdeeld:

- Finale consonant deletie: Omissie finale consonanten die meer articulatiecontrole vereisen (voorbeeld: feed → [f iy], read → [r iy], beat → [b iy]).
- Consonant clusterreductie: Omissie van een moeilijkere consonant in een consonantcluster (voorbeeld: bright → [b ay t], explore → [ih p l ao r]).
- Initiaal /s/ deletie: Wanneer /s/ wordt gevolgd door een stop in een woord initiële syllabe. (voorbeeld: spark → [p ae r k], storm → [t ao r m]).
- Initiale /h/ deletie: Het stemloze glotale fricatieve geluid /h/ wordt over het algemeen weggelaten wanneer het zich aan het begin van het doelwoord voordoet (voorbeeld: hair → [eh r], hitting → [ih t ih ng], hate → [ey t]).
- Devoicing: De stemloze tegenhanger van een stemhebbend doelwoord.
- Prevocale voicing: Stemloze doelwoorden worden stemhebbend gemaakt. (voorbeeld: toe → [d ow], feet → [v iy t], peer → [b ih r]).
- Fronting: Consonanten die normaal gesproken worden geproduceerd op de achterkant van de alveolaire rug, worden vervangen door consonanten die op of voor de alveolaire nok worden geproduceerd (voorbeeld: ship → [s ih p], shoot → [s uw t]).
- Backing: De /s/ wordt in sommige gevallen in het gehemelte geproduceerd (voorbeeld: sip → [sh ih p], suit → [sh uw t]).
- Vocalisatie: Liquida (/l/ en /r/) worden geproduceerd als vocalen wanneer ze in de eindposities van een woord voorkomen (voorbeeld: trouble → [t r ah b ow]).

- Stopping: Substitutie van een stop consonant wordt vervangen door een fricatief (voorbeeld: farm → [p aa r m]).
- Insertie van een korte vocaal in een consonantcluster wordt tevens geobserveerd in de spraak (voorbeeld: slip → [s ih l ih p]).

In veel gevallen is een combinatie van twee of meer van de bovenstaande patronen bij de proefpersonen van de studie van Mengistu et al. (2012) waargenomen. De eerdergenoemde artikelen laten zien welke articulatiefouten voor kunnen komen bij de dysartrische spraak. Deze articulatiefouten zijn van invloed op de spraakverstaanbaarheid van dysartrische patiënten. Verschillende meetinstrumenten van de spraakverstaanbaarheid zijn gebruikt door zorgprofessionals en onderzoekers om dit aspect nader in kaart te brengen.

2.3 Meetinstrumenten dysartrische spraak

De spraakverstaanbaarheid is een belangrijke factor van een succesvolle communicatie tussen de zender en ontvanger en behoort tot de basisbehoefte van de mens (Wouda, van de Wiel, van Vliet, van de Wiel, & van Vliet, 1997). Gezien de cruciale en noodzakelijke positie van de verstaanbaarheid bij het behalen van een succesvolle communicatie, is een duidelijke noodzaak voor een routinematige, objectieve beoordeling van de spraakverstaanbaarheid (Miller, 2013). Wat onderzoekers en zorgprofessionals als verstaanbaarheid beschouwen en met name hoe men deze verstaanbaarheid zou kunnen beoordelen, zijn discutabele kwesties. Hierover bestaat nog geen consensus. Miller (2013) heeft beschreven dat de meningen uiteenlopen over wat wordt aangenomen onder het label ‘verstaanbaarheid’. Binnen de literatuur bestaan tegenstrijdige aanbevelingen over hoe de verstaanbaarheid dient te worden gemeten. Bovendien bestaat er nog geen consensus over óf en hóe verschillende beoordelingsstrategieën inzichten kunnen bieden in welke elementen van de spraakstoornissen zorgen voor een verminderde communicatie (Miller, 2013). De review van Miller (2013) beschouwt de sterke en zwakke punten van de geselecteerde klinische benaderingen bij de beoordeling van de verstaanbaarheid. Hij benadrukt het belang van zowel een sensitieve als een klinisch informatieve methode. Zijn aanpak is gebaseerd op het bewustzijn en controle van belangrijke ontwerp-, elicitatie-, transcriptie- en luistervariabelen om de geldigheid en betrouwbaarheid van beoordelingen te maximaliseren. De review eindigt met een oproep tot een bredere toepassing van ‘*best practice*’ rondom de beoordeling van de verstaanbaarheid.

Naast Miller (2013) hebben Ganzeboom et al. (2016) ook onderzoek gedaan naar het meten van de verstaanbaarheid van verstoorde spraak. Door de jaren heen zijn verschillende methoden bestudeerd. Deze methoden werden onder andere gebaseerd op subjectieve beoordelingen van menselijke beoordelaars en objectieve methoden op basis van spraaktechnologie (Ganzeboom et al., 2016). Gedetailleerde meetinstrumenten waren nodig om meer informatie te kunnen verkrijgen over aspecten zoals een diagnose. Ook kan het informatie geven over de resultaten van verschillende soorten therapie, wanneer deze met elkaar vergeleken dienen te worden (Ganzeboom et al., 2016). Ganzeboom et al. (2016) hebben verstaanbaarheidsmetingen onderzocht op drie niveaus; uitingsniveau, woordniveau en subwoordniveau. In een experiment beoordeelden 36 luisteraars 50 spraakfragmenten die waren geproduceerd door zeven dysartrische sprekers. Deze fragmenten werden beoordeeld op drie manieren: via een score per uiting aan de hand van een visuele analoge schaal (VAS), via een Likertschaal en aan de hand van orthografische transcripties. De orthografische transcripties werden gebruikt om woord- en subwoord beoordelingen te verkrijgen op grafeem- en foneemniveau met behulp van automatische oplijnings- en conversiemethoden (Ganzeboom et al., 2016). Uit de resultaten van dit onderzoek kon geconcludeerd worden dat het automatisch scoren van orthografische transcripties op subwoordniveau een haalbare manier is om informatie te verkrijgen van een meer ‘*fine-graded*’ meting van de

verstaanbaarheid. Scoren op foneemniveau levert meer informatie op om zo articulatieproblemen te identificeren. Toch is scoren op grafeemniveau een redelijk alternatief in gevallen waarin scoren op foneemniveau niet mogelijk is.

Janbakhshi et al. (2019) hebben tevens de pathologische spraak laten beoordelen op basis van objectieve verstaanbaarheidsmetingen, die doorgaans werden gebruikt in de spraakverbetering. Deze verstaanbaarheidsmetingen vereisten een referentiesignaal, die was afgestemd op de tijd van het afgestemde testsignaal (Janbakhshi et al., 2019). Zij stelden als methode voor om een uitingafhankelijk referentiesignaal van verstaanbare spraak te maken van meerdere controle sprekers. Om de verstaanbaarheid te beoordelen werd het pathologische spraaksignaal afgestemd op het gemaakte referentiesignaal met behulp van tijdvervorming en de divergentie tussen de twee signalen. De twee signalen werden gekwantificeerd met behulp van de tijd of de spectrale correlatie. De experimenten uit het onderzoek (Janbakhshi et al., 2019) toonden aan dat de voorgestelde verstaanbaarheidsmetingen een hoge correlatie lieten zien met de subjectieve verstaanbaarheidsclassificatie.

Ondanks deze onderzoeken hebben Xue, Cucciarini, Hout, & Strik (2019) beschreven dat veelgebruikte subjectieve metingen van de spraakverstaanbaarheid zijn gebaseerd op arbeidsintensieve menselijke beoordelingen en daardoor tijdrovend en duur zijn. Objectieve procedures op basis van berekende functies zijn daardoor nog altijd nodig. Om deze redenen onderzochten Xue et al. (2019) mogelijke correlaties tussen een reeks objectieve kenmerken en de spraakverstaanbaarheid. In het bijzonder bestudeerden zij de bruikbaarheid van akoestische functies in de eGeMAPS-functieset voor het voorspellen van foneem verstaanbaarheid. Dit werd mogelijk gemaakt door het gebruik van een lineaire regressieanalyse. De resultaten toonden aan dat de akoestische functies bruikbaar waren voor het voorspellen van de verstaanbaarheid (Xue et al., 2019). Uit deze studie van Xue et al. (2019) is wederom gebleken dat de verstaanbaarheid een complexe constructie is en verder onderzoek noodzakelijk is om een beter begrip te krijgen van zowel de door de mens gegenereerde maatstaven van verstaanbaarheid als de objectieve akoestische correlaten. In het artikel kwam naar voren dat het belangrijk is om verschillende soorten spraakmateriaal op te nemen binnen een onderzoek. Op die manier worden de aanzienlijke verschillen tussen pathologische en gezonde spraak in meer detail onderzocht. Dit artikel laat wederom zien dat verder onderzoek nodig is naar methoden/meetinstrumenten van de spraakverstaanbaarheid.

Om deze reden hebben Xue, Ramos, Harmsen, Cucciarini, Hout, & Strik in 2020 een onderzoek opgezet om verschillende spraaktaken te onderzoeken gecombineerd met respectieve perceptuele beoordelingen. Deze beoordelingen werden toegewezen door vijf ervaren logopedisten: een Visual Analogue Scale (VAS) en twee soorten orthografische transcripties. De ene transcriptie in termen van betekenisvolle woorden en de andere transcriptie in termen van waargenomen segmenten, inclusief pseudowoorden. Xue et al. (2020) onderzochten zes metingen op subwoord niveau met betrekking tot grafemen en fonemen die automatisch werden afgeleid van de transcripties. De correlaties tussen de zes subwoord metingen en de drie onafhankelijke metingen (VAS, woord nauwkeurigheid en ernst niveau) lieten zien dat de automatisch geëxtraheerde metingen van de orthografische transcripties, geldige voorspellers zijn van de spraakverstaanbaarheid. Deze resultaten gaven aan dat de verschillen tussen spraaktaken suggereerde dat een uitgebreidere beoordeling van de spraakverstaanbaarheid vereist is. Uit het onderzoek van Xue et al. (2020) volgde dat in de toekomst onderzoek gedaan moet worden naar de mogelijkheid om een volledig geautomatiseerde verstaanbaarheidsevaluatie te gebruiken zonder de door de mens gegenereerde orthografische transcripties.

2.4 Dysartrie en *confusion matrices*

Zoals al eerder in dit hoofdstuk is beschreven, hebben veel onderzoekers de afgelopen jaren een adequaat objectief meetinstrument voor de verstaanbaarheid van dysartrische spraak onderzocht. Eén van de methoden die in het verleden is gebruikt is de methode ‘*confusion matrices*’ (Platt (1980); Žgank, Horvat, & Kačič (2005); Morales, & Cox (2007); Lee, Sung, & Sim (2013); Lansford, & Liss (2014)). Zoals in de inleiding van het onderhavige onderzoek is beschreven zijn *Confusion matrices* tabellen waarin informatie van pathologische spraak afgelezen kan worden.

Platt heeft in 1980 gebruik gemaakt van *confusion matrices* om articulatiefouten van patiënten, gediagnosticeerd met een cerebrale parese, in kaart te brengen. Fonetische transcripties werden gemaakt van éénwoorduitingen, die bestonden uit 49 geselecteerde fonemen (22 woord-initiële consonanten, 18 woord-finale consonanten en negen vocalen) (Platt, 1980). In deze studie is vastgesteld dat fouten in termen van de plaats- en/of voicingfouten (within-manner) de tussen-manier fouten (between-manner) overschreden. Dit kwam voornamelijk voor bij de finale consonanten. De within-manner fouten traden op bij de fricatieve fonemen voor zowel de initiële als finale posities. Affricaten within-manner fouten (allen devoicing fouten) kwamen frequent voor bij consonanten op de finale posities (Platt, 1980). Omissies van fonemen kwamen drie keer vaker voor bij finale dan bij initiële consonanten. De foutgegevens van de individuele proefpersonen bleken overeen te komen met de algemene groepspatronen. Degenen met een duidelijk verminderde spraakverstaanbaarheid vertoonden dezelfde foutpatronen als de gehele groep (Platt, 1980). Platt (1980) heeft dus laten zien met het onderzoek, dat het mogelijk is om *confusion matrices* te gebruiken als methode, om articulatiefouten bij pathologische spraak nader in kaart te brengen.

Naast Platt (1980) hebben Morales et al. (2007) tevens *confusion matrices* gebruikt. Zij hebben in het artikel een techniek geïntroduceerd die spraakherkenning vergroot bij sprekers met een lage verstaanbaarheid. Hiervoor hebben Morales et al. (2007) informatie opgenomen uit een schatting van de sprekers *confusion matrix* op foneemniveau. Deze studie heeft aangetoond dat het gebruik van metamodellen met informatie opgenomen uit de *confusion matrix*, een veelbelovende techniek is om spraakherkenning te vergroten en de nauwkeurigheid van spraakherkenning te verbeteren wanneer de spraak een lage verstaanbaarheid heeft (Morales et al., 2007). De studie van Morales et al. (2007) heeft laten zien dat de *confusion matrices* op een andere manier gebruikt kunnen worden dan Platt (1980) heeft laten zien.

Lee et al. (2013) heeft net als Platt (1980) *confusion matrices* gebruikt om articulatiefouten te analyseren van pathologische spraak. Het doel van de studie van Lee et al. (2013) was om een articulatiefouten in consonanten te analyseren, geproduceerd door 90 sprekers met een cerebrale parese. Fonetische transcripties zijn gemaakt voor 37 uitingen van éénwoorduitingen, bestaand uit 70 fonemen (48 initiële consonanten en 22 finale consonanten). Deviaties als substituties, deleties, distorsies zijn geanalyseerd met behulp van de *confusion matrices* (Lee et al., 2013). De resultaten hebben aangetoond dat substitutiefouten in initiële en finale consonanten het vaakst voorkwamen gevolgd door deleties en distorsies. Deleties van consonanten kwamen frequenter voor bij de finale consonanten (Lee et al., 2013). Zowel in de eerste als laatste consonant, zijn de within-place fouten prominenter dan de within-manner fouten. De studie van Lee et al. (2013) heeft met deze resultaten laten zien dat *confusion matrices* van de consonanten waardevolle informatie kan bieden over de dysartrische spraak.

Voor het onderhavige onderzoek worden matrices gebruikt van zowel consonanten als van vocalen/diftongen. Tevens wordt gebruikt gemaakt van niet-genormaliseerde en genormaliseerde *confusion matrices*. De literatuur heeft al laten zien dat veel verschillende

vormen van *confusion matrices* bestaan. Het is daarom van noodzaak om uit te zoeken op welke manier de *confusion matrices* bekeken en geanalyseerd moeten worden om informatie te verkrijgen over de dysartrische en gezonde spraak. Om deze reden worden verschillende *confusion matrices* gebruikt om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Dit onderhavige onderzoek heeft als doel om te onderzoeken welke *confusion matrices* op welke manier gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen over de dysartrische en gezonde spraak.

2.5 Hypothesen

Hoofdvraag 1: ‘Op welke manier kunnen *confusion matrices* van grafemen, verkregen via twee eerder uitgevoerde experimenten bij een dysartrie- en controlegroep, gebruikt worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties (substituties, deleties, inserties) in dysartrische en gezonde spraak, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?’

Hypothese hoofdvraag 1: Gebaseerd op een eerder onderzoek van Platt et al. (1980) waarin *confusion matrices* werden gebruikt om fouten in de articulatie in kaart te brengen, wordt verwacht dat de *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties (substituties, deleties, inserties) in dysartrische en gezonde spraak. Bovendien is het vanuit de literatuur duidelijk dat veel verschillende vormen van *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie te kunnen verkrijgen over het desbetreffende onderzoeksgebied (Platt (1980); Žgank, Horvat, & Kačič (2005); Morales, & Cox (2007); Lee, Sung, & Sim (2013); Lansford, & Liss (2014)). Tevens wordt verwacht dat sprake zal zijn van een significant hoofdeffect van factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) en ‘type grafeem’ op het aantal gemaakte deviaties. Tevens wordt verwacht dat er sprake zal zijn van een significant interactie-effect tussen deze twee factoren. Het is aannemelijk dat de groep waarin een spreker zich bevindt (pathologisch of gezond), een effect laat zien op het aantal gemaakte deviaties. Daarnaast is het aannemelijk dat bij bepaalde grafemen meer deviaties worden geconstateerd. Tot slot is het aannemelijk dat deviaties gemaakt bij bepaalde type grafemen vaker voorkomen bij sprekers met een ernstige dysartrie dan bij sprekers met een matige of milde dysartrie.

- a. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de dysartrie- en controlegroep, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?

Hypothese deelvraag 1a: Er zijn verschillen te zien in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) tussen de dysartrie- en controlegroep. Bij de resultaten van het onderhavige onderzoek wordt verwacht dat de dysartrische spraak meer deviaties laat zien dan de gezonde spraak. Daarnaast wordt verwacht dat er sprake zal zijn van een significant hoofdeffect van ‘type groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties. Dit is logischerwijze te verklaren gezien de dysartrische spraak gedeeltelijk wordt gekenmerkt door articulatiefouten (Mengistu et al., 2012). Dit is bij gezonde spraak niet het geval.

- b. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de experimenten waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) zijn beoordeeld, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?

Hypothese deelvraag 1b: Er zijn verschillen te zien in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) tussen experiment 1 waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie zijn beoordeeld en experiment 2 waarbij betekenisvolle-/pseudowoorden

zonder contextuele informatie zijn beoordeeld. Bij de resultaten van het onderhavige onderzoek wordt verwacht dat bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) meer deviaties voorkomen dan de betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1). Bij experiment 2 scoorden de beoordelaars de uitingen zonder contextuele informatie. Dit is om die reden lastiger voor de beoordelaars om de uitingen correct te beoordelen.

- c. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien in de vorm waarop de beoordelaars de transcriptie noteerden (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?

Hypothese deelvraag 1c: Er zijn verschillen te zien in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) in de vorm waarop de beoordelaars de transcriptie noteerden (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Bij de resultaten van het onderhavige onderzoek wordt verwacht dat de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden en pseudowoorden (LTrans) meer deviaties laat zien omdat pseudowoorden waarschijnlijk lastiger zijn om juist te beoordelen dan bestaande woorden. Daarnaast wordt verwacht dat er een bias bestaat voor betekenisvolle woorden.

- d. Heeft de mate van de dysartrie (ernst) effect op de gemaakte deviaties (substituties, deleties, inserties) bij de dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?

Hypothese deelvraag 1d: De mate van de ernst van de dysartrie (mild, matig en ernstig) heeft invloed op de gemaakte deviaties. Bij de resultaten van het onderhavige onderzoek wordt verwacht dat de sprekers met een ernstige dysartrie meer deviaties laten zien dan sprekers met bijvoorbeeld een milde dysartrie.

Hoofdvraag 2: In welke mate komen er verschillen voor in het aantal deviaties gemaakt bij de grafemen: fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen, bij zowel de controle- als dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?

Hypothese hoofdvraag 2: Bij de resultaten van het onderhavige onderzoek wordt verwacht dat er een verschil bestaat tussen het aantal deviaties voorkomend bij de fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen. Daarnaast wordt verwacht dat er sprake zal zijn van een significant hoofdeffect van type grafeem op het aantal gemaakte deviaties. Tot slot wordt verwacht dat er sprake zal zijn van een significant interactie-effect tussen de factoren ‘groep’ en ‘type grafeem’ op het aantal gemaakte deviaties. Het is aannemelijk dat er meer deviaties voorkomen bij bepaalde type grafemen. Daarnaast is het aannemelijk dat deviaties gemaakt bij bepaalde type grafemen vaker voorkomen bij sprekers met een ernstige dysartrie dan bij sprekers met een matige of milde dysartrie.

De veronderstellingen van de hoofd- en deelvragen zijn gebaseerd op de hiervoor besproken wetenschappelijke literatuur, waarin de *confusion matrices* als bruikbaar werden beschouwd om verschillen waar te nemen tussen diverse variabelen.

3. Methode

3.1 Variabelen

Binnen het onderhavige onderzoek zijn er vijf onafhankelijke variabelen meegenomen en is er sprake van één afhankelijke variabele, namelijk de ‘gemaakte deviaties’ (substituties, inserties en deleties). De afhankelijke variabele is verwerkt in de waarden die weergegeven zijn in de *confusion matrices*. Dat wil zeggen dat wanneer wordt gekeken naar de waarden per grafeem, deze waarden iets zeggen over het aantal gemaakte deviaties bij het desbetreffende type grafeem. De afhankelijke variabele wordt hierdoor te allen tijde gecombineerd met de vijf onafhankelijke variabelen. De onafhankelijke variabelen zijn ter verduidelijking per onderzoeksvraag weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: De onafhankelijke variabelen per onderzoeksvraag.

Onderzoeksvraag	Onafhankelijke variabele(n)
<i>Beschreven analyse</i>	
1. Welke <i>confusion matrices</i> kunnen gebruikt worden om informatie te verkrijgen over de deviaties van dysartrische spraak?	Alle onafhankelijke variabelen
a. Verschil in deviaties tussen de dysartrie en controlegroep	Groep - Sprekers met dysartrie - Sprekers zonder dysartrie
b. Verschil in deviaties tussen experiment 1 en 2	Type experiment (zie bijlage 1 voor meer uitleg) - 1: Betekenisvolle woorden met contextuele informatie. - 2: Betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie.
c. Verschil in deviaties tussen WTrans en LTrans	Type OT-taak (zie kop 3.2.2) - WTrans: Betekenisvolle woorden - LTrans: Betekenisvolle woorden + pseudowoorden
<i>Statistische analyse</i>	
1d. Effect van ernst dysartrie op het aantal gemaakte fouten	Ernst dysartrie - Mild - Matig - Ernstig
2. In welke mate komen er verschillen voor bij de gemaakte deviaties bij fricatieven, plosieven, nasalen, gesloten en open vocalen bij de controle- en dysartrie groep	Groep - Sprekers met dysartrie - Sprekers zonder dysartrie Type grafemen (statistische levels) - Fricatieven (1) - Plosieven (2) - Nasalen (3) - Gesloten vocalen (4) - Open vocalen (5)

3.2 Materiaal

3.2.1 Eerder onderzoek

Voor het onderhavige onderzoek is gebruik gemaakt van bestaande data, verkregen uit het onderzoek van Xue et al. (2020). Deze onderzoekers hebben bij hun experimenten gebruik gemaakt van het Nederlandse Corpus Pathological and Normal speech (COPAS). Het COPAS bevat opnames van sprekers met en zonder spraakstoornissen. Het spraakmateriaal bestaat uit geïsoleerde woorden, geïsoleerde zinnen, korte passages en materiaal van de spontane spraak.

In de studie van Middag (2012) is gekozen om verstaanbaarheidsmetingen te bestuderen bij woordenlijsten en betekenisvolle zinnen. De woordenlijsten zijn destijds geselecteerd uit de COPAS Dutch Intelligibility Assessment (DIA) (De Bodt, Guns, & Van Nuffelen, 2006) dat is samengesteld om verstaanbaarheid op foneemniveau te meten. De DIA-taak is ontworpen om fonemen in één woord te beoordelen op basis van hun posities binnen een woord.

Geselecteerde consonant-vocaal-consonant (CVC) woorden zijn betekenisvolle woorden en pseudowoorden. Deze woorden zijn verdeeld over drie deelverzamelingen, om specifieke doelfonemen te beoordelen: subtest A (19 woorden) voor het beoordelen van alle initiële consonanten, subtest B (15 woorden) voor het beoordelen van alle finale consonanten en subtest C (16 woorden) voor het beoordelen van alle mediale vocalen/diftongen van het Nederlands. In de DIA-taak procedure wordt elk testitem gepresenteerd in een woordframe met een ontbrekend doelfoneem. Aan luisteraars is gevraagd om het ontbrekende doelfoneem te identificeren. Luisteraars mochten zo vaak mogelijk luisteren om de taak te voltooien. Om te voorkomen dat de luisteraars te vertrouwd raakten met de testitems, zijn 35 varianten van elke subtest gemaakt. Sprekers moesten verschillende combinaties van drie subsets inspreken. De foneemverstaanbaarheid (PhonI) werd vervolgens beoordeeld door het aantal correct waargenomen doelfonemen in elke subset te tellen en het percentage van de totale juiste fonemen te berekenen via de drie subsets. In contrast, werd in het onderzoek van Xue et al. (2020) de drie deelverzamelingen van elke spreker afzonderlijk beoordeeld door middel van een globale beoordeling. Hierbij werden transcripties van woorden ontlokt. Zie tevens bijlage 5 ‘Uitingen gebruik in experiment 1 en 2’.

De vier betekenisvolle zinnen in deze studie zijn geselecteerd uit het Nederlandse fonetisch verhaal ‘Papa en Marloes in het Engels’ bestaande uit negen zinnen:

(1) “Papa en Marloes staan op het station.” (TM1, with English translation “Papa and Marloes are at the station.”),

(2) “Marloes kijkt naar links.” (TM2, with translation “Marloes looks to the left.”),

(3) “In de verte ziet ze de trein al aankomen.” (TM3, with translation “In the distance she can see the train coming.”),

(4) “Het is al vijf over drie dus het duurt nog vier minuten.” (TM4, with translation: “It is already five past three so it will take another four minutes.”).

3.2.2 Het onderhavige onderzoek

Zoals eerder is aangegeven, is voor het onderhavige onderzoek gebruik gemaakt van het materiaal verkregen uit het onderzoek van Xue et al. (2020). Xue et al. (2020) hebben zoals beschreven in de inleiding van het onderhavige onderzoek, twee experimenten uitgevoerd bij dysartrische en gezonde sprekers. Voor de beschrijving van deze experimenten zie de inleiding en bijlage 1 ‘Beschrijving experimenten eerder onderzoek’. De uitkomsten van deze experimenten zijn door Xue et al. (2020) vormgegeven in *confusion matrices*. Deze *confusion matrices* zijn berekend en gemaakt door middel van orthografische transcripties. Deze orthografische transcripties zijn via het softwareprogramma PROMPT omgezet naar grafeemstrings. Vervolgens zijn die grafeemstrings automatisch geconverteerd naar foneemstrings. Op basis van die grafeem- en foneemstrings zijn de *confusion matrices* berekend. Deze matrices dienden voor het onderhavige onderzoek als materiaal maar ook als methodiek. In hoofdstuk 1 staat beschreven wat de matrices inhouden en hoe deze afgelezen moeten worden. Voor het onderhavige onderzoek werden aan de hand van de zes condities de volgende *confusion matrices* gevormd:

Genormaliseerde en niet genormaliseerde confusion matrices - Groepsniveau

1. Experiment 1: Alle dysartrische sprekers, WTrans (betekenisvolle woorden)
2. Experiment 1: Alle dysartrische sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
3. Experiment 2: Alle dysartrische sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
4. Experiment 1: Alle gezonde sprekers, WTrans (betekenisvolle woorden)
5. Experiment 1: Alle gezonde sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
6. Experiment 2: Alle gezonde sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)

3.3 Participanten

De participanten van de eerdere experimenten (Xue et al., 2020) werden gekozen vanwege de verschillende soorten dysartrie, de verschillende fonologische scores (PhonI), de verschillende leeftijden en de verschillende geslachten. In het COPAS hadden de sprekers door spraak- en taalpathologen ernstniveaus van een dysartrie (SevL) toegewezen gekregen. De ernstniveaus bestaan uit drie categorieën (mild-matig-ernstig). De mensen zonder spraakstoornissen werden als ‘normaal’ gecategoriseerd. Deze categorieën waren van toepassing op de sprekers van experiment 1 (N=36) en van experiment 2 (N=18). Voor het onderhavige onderzoek is gekozen om bij experiment 1, net als bij experiment 2, ook 18 sprekers te betrekken zodat de steekproefgrootte voor beide experimenten gelijk is. De steekproef bestond bij beide experimenten daardoor uit 14 dysartrische sprekers en 4 gezonde sprekers. De informatie van de participanten is gepresenteerd in onderstaande tabel 4. In het onderhavige onderzoek is de ‘PhonI’ niet meegenomen binnen de analyse.

Tabel 4. Informatie over de 18 participanten, inclusief spreker nummer, geslacht, leeftijd, dysartrie type, fonologische score (%) en ernstniveau van de dysartrie (SevL).

Sprekers	Geslacht	Leeftijd	Dysartrie	PhonI	SevL
1 = D12	F	38	-	92	Matig
2 = D21	M	18	Slap	50	Matig
3 = D24	M	12	Mix	76	Ernstig
4 = D25	M	16	Spastisch	88	Mild
5 = D26	F	12	Hypokinetisch	36	Ernstig
6 = D27	F	16	Spastisch	80	Matig
7 = D29	F	15	Hypokinetisch	70	Ernstig
8 = D46	M	53	Slap	76	Matig
9 = D49	F	43	-	68	Matig
10 = D60	M	59	Hyperkinetisch	66	Mild
11 = D68	M	33	-	76	Matig
12 = D71	M	48	Hypokinetisch	100	Ernstig
13 = D79	M	81	Hypokinetisch	52	Mild
14 = D83	M	51	-	86	Mild
15 = N56	M	23	-	90	Normaal
16 = N71	F	77	-	82	Normaal
17 = N114	F	35	-	96	Normaal
18 = N117	M	58	-	100	Normaal

3.4 Beoordelaars

Om waarneembare oordelen over spraakverstaanbaarheid te verzamelen, zijn vijf Nederlandstalige logopedisten (M=1 en V=4) van het Universitair Ziekenhuis Antwerpen geworven. Ze werken allen bij het KNO-revalidatiecentrum voor communicatiestoornissen. Tevens zijn de beoordelaars bekend met het evalueren en testen van dysartrische patiënten en

het gebruik maken van spraaktaken, waaronder die in experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie en experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie). Daarbij zijn de beoordelaars getraind in het maken van transcripties.

3.5 Procedure

Allereerst is bepaald welke *confusion matrices* gebruikt zouden worden voor het onderhavige onderzoek. Om hoofdvraag 1a te kunnen beantwoorden is gekozen om voor de beschreven analyse naar de niet-genormaliseerde matrices van de consonanten en van de vocalen/diftongen te kijken. Hiervoor is gekozen omdat de absolute waarden meer inzicht geven in de gemaakte deviaties dan wanneer slechts alleen wordt gekeken naar de proporties (%). Voor het beantwoorden van deelvragen 1b en 1c is gekozen om voor de beschreven analyse de genormaliseerde matrices van de consonanten en van de vocalen/diftongen te gebruiken. De proporties geven voor deze deelvragen genoeg informatie over de eventuele verschillen tussen de variabelen. Alle gekozen *confusion matrices* laten data zien van beide groepen (dysartrie- en controlegroep) sprekers. Tevens is gekozen om matrices van zowel het experiment waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie zijn beoordeeld als het experiment waarbij pseudowoorden zonder contextuele informatie zijn beoordeeld te bekijken. Daarna zijn de matrices op globaal niveau bekeken. Om de waarden die zijn weergegeven in de matrices te begrijpen zijn de gemaakte deviaties per grafeem gesorteerd. Op die manier is een document gecreëerd waarin alle gemaakte deviaties kort zijn samengevat. Dit is de globale analyse. Vervolgens zijn de eerdergenoemde zes condities tegen elkaar uitgezet om de resultaten op een gedetailleerd niveau te kunnen bekijken. Gedurende de eerste en tweede analyse zijn de deviaties bij de factoren type ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep), type ‘uitingen’ (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)) en type ‘transcriptie’ (betekenisvolle woorden (WTrans) en betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) geanalyseerd. Bij de vergelijking tussen de twee transcriptie vormen is slechts alleen gekeken binnen experiment 1. Hier is voor gekozen omdat de woorden van experiment 2 naast betekenisvolle woorden ook pseudowoorden zijn en die konden niet vergeleken worden met slechts alleen betekenisvolle woorden. Zie voor meer informatie bijlage 3. Zie tevens bijlage 4 van de beschreven analyses.

De deelvragen 1a, 1b en 1c zijn tevens statistisch geanalyseerd. Hier is voor gekozen zodat de bevindingen voortgekomen uit de beschreven analyse, door middel van een statistische toets, bevestigd of ontkracht kunnen worden. Hierdoor is het mogelijk om betrouwbare conclusies te kunnen trekken over de bevindingen.

Om te kijken wat het effect is van ‘de mate van ernst’ op de gemaakte deviaties en om het aantal deviaties bij deze type consonanten en vocalen te toetsen, is bij beide groepen een statistische toets uitgezet. Alle beoordelaars hebben individueel hun oordeel gegeven. Deze referentiewaarden zijn in Excel files gezet. Zowel die waarden als de waarden uit de *confusion matrices*, zijn gebruikt om de datasets van beide experimenten in SPSS (IBM SPSS, versie 25) te verwerken. De uiteindelijke waarden zijn bekeken en ingevuld in SPSS (IBM SPSS, versie 25). In zijn totaliteit zijn vier statistische toetsen uitgevoerd met data van experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie) en met data van experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie). Aan de hand van deze statistische toetsen zijn de resultaten beschreven en verklaringen gevonden voor de bevindingen van alle eerdergenoemde analyses.

3.6 Data-analyse

De data-analyse wordt beschreven aan de hand van de verschillende hoofd- en deelvragen.

1. Op welke manier kunnen *confusion matrices* van grafemen, verkregen via twee eerder uitgevoerde experimenten bij een dysartrie- en controlegroep, gebruikt worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties (substituties, deleties, inserties) in dysartrische en gezonde spraak, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse
 - a. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de dysartrie- en controlegroep, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?
 - b. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien tussen de experimenten waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) zijn beoordeeld, gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?
 - c. Zijn er verschillen in het aantal deviaties (substituties, deleties, inserties) te zien in de vorm waarop de beoordelaars de transcriptie noteerden (betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) gemeten aan de hand van een beschreven en statistische analyse?
 - d. Heeft de mate van de dysartrie (ernst) effect op de gemaakte deviaties (substituties, deleties, inserties) bij de dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?
2. In welke mate komen er verschillen voor in het aantal deviaties gemaakt, bij de grafemen: fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen bij zowel de controle- als dysartrie groep, gemeten aan de hand van een statistische analyse?

De deelvragen 1a t/m 1c zijn zowel beschreven als statistisch geanalyseerd. De opvallendheden voortgekomen uit de beschreven analyse zijn beschreven aan de hand van de uitgevoerde analyses. Zie voor de analyses bijlage 3. Aan de hand van deze analyses zijn resultaten beschreven. Tevens zijn voor deze deelvragen statistische toetsen opgezet. De statistische analyses zijn uitgevoerd met het statistische programma Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS, versie 25). Om antwoord te krijgen op deelvraag 1b en 1c zijn twee gepaarde t-toetsen uitgevoerd. Dit is het geval omdat alle sprekers (N=18) aan beide experimenten deelnamen en omdat alle sprekers aan beide transcriptie vormen werden blootgesteld. De gepaarde t-toets opgezet voor deelvraag 1b, bestaat uit een within-subject factor 'type uitingen' (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)). De gepaarde t-toets opgezet voor deelvraag 1c, bestaat uit een within-subject factor 'type transcriptie' (betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Deze variabelen zijn getoetst bij alle 18 sprekers.

Om antwoord te krijgen op deelvraag 1a, deelvraag 1d en hoofdvraag 2 zijn twee 4 x 5 Mixed ANOVA's uitgevoerd. Aan de hand van de eerder beschreven variabelen is vastgesteld dat bij het onderhavige onderzoek sprake is van een 4 x 5 Mixed ANOVA design bij deze onderzoeksvragen. De Mixed ANOVA bestaat uit de between-subject factor 'groep' (gezonde sprekers, sprekers met milde dysartrie, sprekers met matige dysartrie en sprekers met ernstige dysartrie) en de within-subject factor 'type grafemen' (plosieven, fricatieven, nasalen, open vocalen en gesloten vocalen). Het betreft een Mixed design omdat de toets uit zowel een between-subject factor als een within-subject factor bestaat.

In zijn totaliteit zijn vier statistische toetsen uitgevoerd: één 4x5 Mixed ANOVA met data van experiment 1; één 4x5 Mixed ANOVA met data van experiment 2; één gepaarde t-

toets met data van het aantal deviaties voorkomend bij beide type uitingen (betekenisvolle met en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie) en tot slot één gepaarde t-toets met data van het aantal deviaties voorkomend bij de twee transcriptie vormen (betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Na het uitvoeren van de statistische toetsen is gekeken naar de verschillende effecten.

De hoofdeffecten van het onderhavige onderzoek zijn de groepsverschillen (dysartrie- en controlegroep) en het type grafemen. Voor deze hoofdeffecten is gekeken naar het effect van deze factoren op het aantal gemaakte deviaties. Deze hoofdeffecten zijn statistisch getoetst. De interactie-effecten van het onderhavige onderzoek is de groep (dysartrie- en controlegroep) in combinatie met het type grafemen (Groep * Type grafeem). Voor deze interactie-effecten is gekeken naar het effect van deze factoren op het aantal gemaakte deviaties. Deze interactie-effecten zijn ook statistisch getoetst. De resultaten van de beschreven en statistische analyses worden in het volgende hoofdstuk beschreven.

3.7 Toelichting deelvragen

Voor het onderhavige onderzoek zijn de bovenstaande deelvragen onderzocht. Deelvraag 1a is onderzocht om inzicht te krijgen in het aantal gemaakte deviaties tussen de dysartrische groep en controle groep. Het is van belang dit te onderzoeken om te kunnen weten welke matrices bruikbaar zijn om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Deelvraag 1b is onderzocht om na te gaan of een type uiting, dat wil zeggen uitingen met contextuele informatie andere resultaten laten zien dan uitingen zonder contextuele informatie. Het is belangrijk om dit in kaart te brengen wanneer een beoordelingsaspect als de spraakverstaanbaarheid wordt bekeken. Contextuele informatie zou invloed kunnen hebben op hoe de beoordelaars de PROMPT uitingen beoordelen. Wanneer er bijvoorbeeld geen contextuele informatie wordt gegeven bij een PROMPT kan het lastiger zijn voor een beoordelaar om een PROMPT correct te beoordelen. Context kan dus van groot belang zijn en kan zowel een negatief als positief effect hebben op resultaten. Deelvraag 1c is onderzocht om inzicht te krijgen in het verschil in deviaties tussen de vormen transcriptie (betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Het kan zijn dat er een bias bestaat voor een type vorm transcriptie. Laat de transcriptie met betekenisvolle woorden en pseudowoorden andere resultaten zien dan de transcriptie die slechts alleen betekenisvolle woorden bevat? Het is van belang om het effect van het type transcripties te bekijken omdat op die manier bekeken kan worden welke matrices bruikbaar zijn om iets te kunnen zeggen over dysartrische en gezonde spraak

4. Resultaten

Voor het onderhavige onderzoek zijn de verkregen resultaten samengevat. Voor een volledig overzicht van de kwalitatieve beschrijvingen zie bijlage 4 ‘Beschrijvingen resultaten analyses’. De samengevatte resultaten worden in dit hoofdstuk beschreven. De bevindingen worden per deelvraag beschreven.

4.1 Beschrijvende analyses – Hoofdvraag 1 en deelvragen 1a t/m 1c

4.1.1 Hoofdvraag 1

Beschrijvende analyses: De niet-genormaliseerde *confusion matrices* zijn gebruikt om de deelvragen over de verschillen in sprekers (deelvraag 1a) te beantwoorden. De absolute waarden geven inzicht in de gemaakte deviaties per spreker/groep (dysartrie- en controlegroep). Op deze wijze wordt er meer informatie verkregen dan wanneer de proporties met elkaar worden vergeleken. Voor de beantwoording van deelvraag 1b en 1c is gekeken naar de genormaliseerde *confusion matrices*. De proporties geven meer inzicht in de patronen in de deviaties als wordt gekeken naar de verschillen tussen uitingen, transcriptie taken en de gemaakte deviaties bij het type grafemen.

Statistische analyses: Voor de statistische analyses zijn de waarden uit de niet-genormaliseerde *confusion matrices* gebruikt. Deze waarden zijn gebruikt om datasets te creëren in SPSS. Voor alle onderzoeksvragen is gekeken naar de matrices van consonanten en van vocalen/diftongen.

4.1.2 Deelvraag 1a

Aan de hand van verschillende uitgevoerde analyses was op groepsniveau te zien dat er bij de dysartrische spraak meer deviaties (substituties, deleties en inserties) voorkwamen, in vergelijking met de gemaakte deviaties bij gezonde spraak. Dit kwam naar voren bij de consonanten, vocalen en diftongen. Wanneer de gemaakte deviaties bij de vocalen van beide groepen (dysartrie- en controlegroep) met elkaar werden vergeleken, was te zien dat de gezonde sprekers slechts alleen deviaties laten zien bij de /e/ en /i/. Bij de dysartrische sprekers kwamen bij vrijwel elke voorkomende vocaal/diftong deviaties voor. Deze gegevens hangen echter wel af van de onderzochte conditie (zie condities hoofdstuk ‘Methode’). Wanneer de gemaakte deviaties bij de consonanten van beide groepen (dysartrie- en controlegroep) met elkaar werden vergeleken kwam naar voren dat de dysartrische sprekers bij vrijwel alle consonanten deviaties lieten zien. Dit kwam ook – in mindere mate – voor bij de gezonde sprekers. Dit was bij alle condities het geval.

4.1.3 Deelvraag 1b

Voor de beantwoording van deze deelvraag is gekeken naar de verschillen tussen het experiment waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie zijn beoordeeld (experiment 1) en het experiment waarbij betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie zijn beoordeeld (experiment 2). Hiervoor zijn verschillende condities tegen elkaar uitgezet. Zie bijlage 3 ‘Analyses’ voor de opbouw van de analyses en om per analyse te zien welke condities tegen elkaar zijn uitgezet. Bij de vergelijking van conditie 2 en 3 (dysartrische sprekers) en de vergelijking van conditie 5 en 6 (gezonde sprekers) bleek dat er bij het experiment waarbij uitingen zonder contextuele informatie zijn beoordeeld, meer deviaties voorkwamen ten opzichte van het experiment waarbij uitingen met contextuele informatie zijn beoordeeld. Dit kwam naar voren bij zowel de consonanten als bij de vocalen/diftongen.

4.1.4 Deelvraag 1c

Voor de beantwoording van deze deelvraag zijn de verschillen tussen de twee transcriptie taken (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) bekeken. Hiervoor zijn verschillende condities tegen elkaar uitgezet. Zie tevens bijlage 3 'Analyses' voor de opbouw van de analyses en om per analyse te zien welke condities tegen elkaar zijn uitgezet. Bij de vergelijking van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) en de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) kwamen er bij de dysartrische sprekers meer inserties en deleties voor bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans). Echter was te zien dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer substitutieprocessen voorkwamen ten opzichte van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Dit kwam naar voren bij zowel de consonanten als bij de vocalen/diftongen.

Bij de vergelijking van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden en de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden kwamen er bij de gezonde sprekers meer substituties processen en inserties voor bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Wat betreft de deleties zijn geen verschillen gevonden tussen beide transcriptievormen.

4.2 Statistische analyse - Experiment 1 (deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2)

Voor het onderhavige onderzoek is verondersteld dat de uitgevoerde statistische toets zal voldoen aan vrijwel alle assumpties. Mauchly's test toonde echter aan dat de assumptie van sfericiteit is geschonden door het hoofteffect van het type grafeem, $X^2(9) = 60.164$, $p < 0.01$. Daarnaast is aangetoond dat de schatting van Greenhouse-Geisser lager is dan 0.75, namelijk 0.37, hetgeen betekent dat Greenhouse-Geisser aanpassingen zijn uitgevoerd. Tevens zijn de verschillen scores binnen de groepen (dysartrie- en controlegroep) normaal verdeeld. De individuen beïnvloeden elkaar niet. Bovendien is er geen sprake van ongelijke varianties. Tot slot zijn de gegevens van de Box's M niet van toepassing op het onderhavige onderzoek.

Uit een 4 x 5 Mixed ANOVA met de between-subject factor 'groep' (gezonde sprekers, sprekers met milde dysartrie, sprekers met matige dysartrie en sprekers met ernstige dysartrie), de within-subject factor 'type grafeem' (fricatieven, plosieven, nasalen, gesloten en open vocalen) en de afhankelijke variabele 'aantal deviaties', zijn de onderstaande resultaten naar voren gekomen. Vermeld moet worden dat de afhankelijke variabele is verwerkt in de within-subject factor 'type grafeem'. Dat wil zeggen dat wanneer wordt gekeken naar de waarden per grafeem, deze waarden iets zeggen over het aantal gemaakte deviaties bij een desbetreffende type grafeem. De afhankelijke variabele wordt hierdoor te allen tijde gecombineerd met de onafhankelijke variabelen.

Uit de resultaten volgde dat het aantal deviaties toenam naarmate de ernst van de dysartrie toenam. De gezonde sprekers ($M = 4.00$, $SD = 11.96$) lieten minder deviaties zien ten opzichte van sprekers met een milde dysartrie ($M = 6.40$, $SD = 11.96$). De sprekers met een milde dysartrie lieten minder deviaties zien ten opzichte van sprekers met een matige dysartrie ($M = 11.30$, $SD = 9.77$). Tot slot lieten sprekers met een matige dysartrie minder deviaties zien ten opzichte van sprekers met een ernstige dysartrie ($M = 48.90$, $SD = 11.96$).

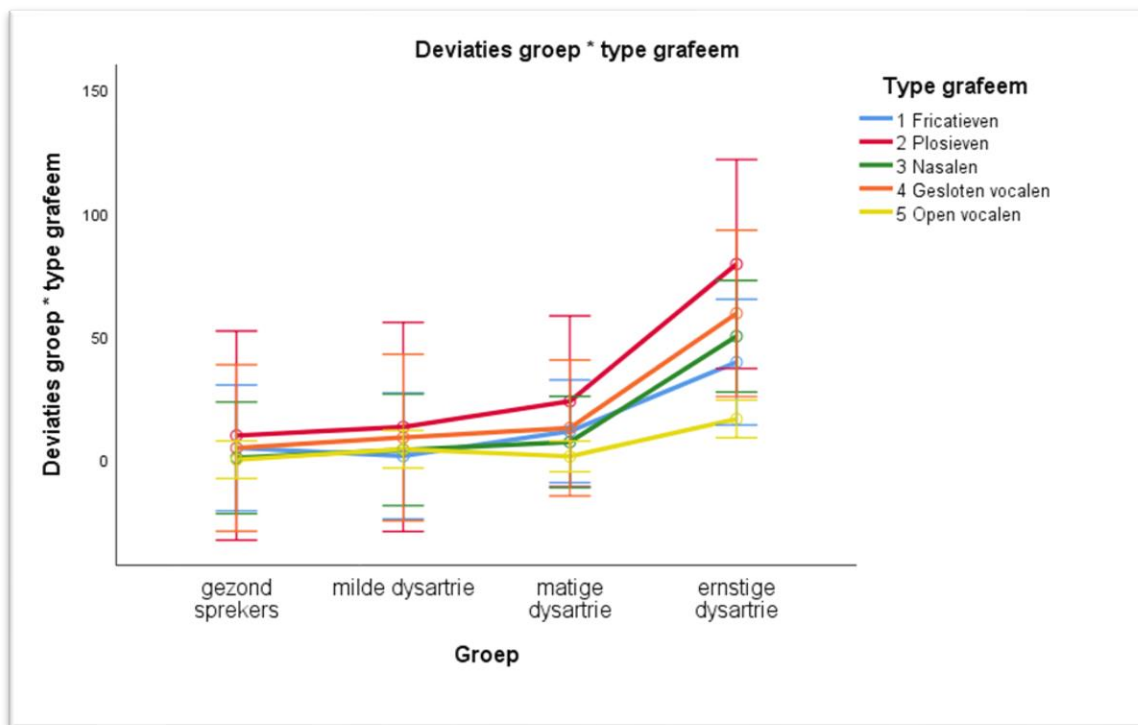
Uit de statistische toets van experiment 1 kwam naar voren dat de gemaakte deviaties voorkomend bij de within-subject factor 'type grafeem' het vaakst voorkwamen bij de sprekers met een ernstige dysartrie. Voor de fricatieven kwamen gemiddeld 39.50 ($SD = 46.98$) deviaties voor. Bij de plosieven gemiddeld 79.25 ($SD = 79.45$), bij de nasalen gemiddeld 50.00 ($SD = 44.08$), bij de gesloten vocalen gemiddeld 59.25 ($SD = 64.38$) en tot slot bij de open vocalen gemiddeld 16.50 ($SD = 14.27$) (zie tabel 5). Het aantal deviaties gemaakt bij het 'type grafeem' liep in de meeste gevallen op naarmate de ernst van de

dysartrie toenam. Dit was echter niet het geval bij de fricatieven en open vocalen. Bij de fricatieven kwamen meer deviaties voor bij de gezonde sprekers ($M = 4.75$, $SD = 9.50$) ten opzichte van de sprekers met een milde dysartrie ($M = 1.50$, $SD = 1.29$). Bij de open vocalen kwamen meer deviaties voor bij sprekers met een milde dysartrie ($M = 4.25$, $SD = 4.99$) ten opzichte van sprekers met een matige dysartrie ($M = 1.33$, $SD = 1.97$) (zie tabel 5). Uit de statistische weergave bleek echter geen sprake te zijn van een significant hoofdeffect van de between-subject factor 'groep' (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties ($F(3,14) = 3.14$, $p = 0.059$, $\eta^2_p = 0.40$). De groep waarin de sprekers zaten (gezonder, mild, matig of ernstig) had geen significant effect op het aantal gemaakte deviaties.

Bij de resultaten van de within-subject factor 'type grafeem' is te zien dat bij de plosieven de meeste deviaties voorkwamen ($M = 31.48$, $SD = 9.45$), vervolgens bij de gesloten vocalen ($M = 21.46$, $SD = 7.52$), de nasalen ($M = 15.48$, $SD = 5.04$) en de fricatieven ($M = 14.31$, $SD = 5.69$). Tot slot kwamen bij de open vocalen de minste deviaties voor ($M = 5.52$, $SD = 1.70$). Uit de statistische weergave bleek een significant hoofdeffect van de within-subject factor 'type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties bij de desbetreffende type grafemen ($F(1.47, 20.54) = 8.67$, $p < 0.01$, $\eta^2_p = 0.38$).

Geplande contrasten lieten zien dat er een significant verschil bestaat tussen de type grafemen 'fricatieven' en 'plosieven', $p < 0.05$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 14.31$, $SE = 5.69$) lager dan bij de grafemen 'plosieven' ($M = 31.48$, $SE = 9.45$). Er bleek geen significant verschil tussen de type grafemen 'fricatieven' en 'nasalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 14.31$, $SE = 5.69$) lager dan bij de grafemen 'nasalen' ($M = 15.48$, $SE = 5.04$). Tevens bleek er geen significant effect tussen de grafemen 'fricatieven' en 'gesloten vocalen', $p = 0.37$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 14.31$, $SE = 5.69$) lager dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 21.46$, $SE = 7.52$). Ook bleek er geen significant effect tussen de grafemen 'fricatieven' en de grafemen 'open vocalen', $p = 0.57$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 14.31$, $SE = 5.69$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 5.52$, $SE = 1.70$). Uit het onderzoek bleek geen significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en de grafemen 'nasalen', $p = 0.06$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 31.48$, $SE = 9.45$) hoger dan bij de grafemen 'nasalen' ($M = 15.48$, $SE = 5.04$). Tevens bleek geen significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en de grafemen 'gesloten vocalen', $p = 0.23$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 31.48$, $SE = 9.45$) hoger dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 21.46$, $SE = 7.52$). Er bleek ook geen significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en de grafemen 'open vocalen', $p = 0.06$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 31.48$, $SE = 9.45$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 5.52$, $SE = 1.70$). Bovendien was er geen significant verschil tussen de grafemen 'nasalen' en de grafemen 'gesloten vocalen', $p = 0.55$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'nasalen' ($M = 15.48$, $SE = 5.04$) lager dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 21.46$, $SE = 7.52$). Er was geen significant verschil tussen de grafemen 'nasalen' en de grafemen 'open vocalen', $p = 0.14$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'nasalen' ($M = 15.48$, $SE = 5.04$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 5.52$, $SE = 1.70$). Tot slot was er geen significant verschil tussen de grafemen 'gesloten vocalen' en de grafemen 'open vocalen', $p = 0.21$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 21.46$, $SE = 7.52$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 5.52$, $SE = 1.70$). Tijdens deze gehele analyse is er een Bonferroni correctie toegepast. Dit is overigens te zien in de grafische weergave van figuur 2 'Plot experiment 1'.

Tevens was er geen sprake van een significant interactie-effect tussen de factoren 'type grafeem' en 'groep' (dysartrie- en controlegroep) op de gemaakte deviaties ($F(4.40, 20.54) = 2.02$, $p = 0.124$).



Figuur 2. Plot experiment 1.

Tabel 5. Beschrijvende statistiek – experiment 1

Beschrijvende statistiek				
	Groep	Gemiddelde	Standaarddeviatie	N
1. Fricatieven	0 gezond sprekers	4,75	9,50	4
	1 milde dysartrie	1,50	1,29	4
	2 matige dysartrie	11,50	14,17	6
	3 ernstige dysartrie	39,50	47,00	4
	Total	14,00	26,02	18
2. Plosieven	0 gezond sprekers	9,75	9,67	4
	1 milde dysartrie	13,25	7,85	4
	2 matige dysartrie	23,67	22,00	6
	3 ernstige dysartrie	79,25	79,45	4
	Total	30,61	45,06	18
3. Nasalen	0 gezond sprekers	,75	0,96	4
	1 milde dysartrie	4,00	4,55	4
	2 matige dysartrie	7,17	8,04	6
	3 ernstige dysartrie	50,00	44,08	4
	Total	14,56	27,42	18
4. Gesloten vocalen	0 gezond sprekers	4,75	8,85	4
	1 milde dysartrie	9,00	14,10	4
	2 matige dysartrie	12,83	10,65	6
	3 ernstige dysartrie	59,25	64,38	4
	Total	20,50	35,74	18
5. Open vocalen	0 gezond sprekers	0,00	0,00	4
	1 milde dysartrie	4,25	4,99	4
	2 matige dysartrie	1,33	1,97	6
	3 ernstige dysartrie	16,50	14,27	4
	Total	5,06	9,13	18

Toelichting tabel 5: De waarden in deze tabel zijn de opgetelde absolute waarden uit de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. Deze waarden geven de voorkomende deviaties weer. Deze deviaties kwamen voor bij een type grafeem en werden geproduceerd door een type groep (dysartrie- en controlegroep).

4.3 Statistische analyse – Experiment 2 (deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2)

Voor het onderhavige onderzoek is verondersteld dat de uitgevoerde statistische toets zal voldoen aan vrijwel alle assumpties. Mauchly's test toonde echter aan dat de assumptie van sfericiteit is geschonden door het hoofteffect van type grafeem, $X^2(9) = 25.638$, $p < 0.01$. Daarnaast is aangetoond dat de schatting van Greenhouse-Geisser lager was dan 0.75, namelijk 0.53, hetgeen betekent dat Greenhouse-Geisser aanpassingen zijn uitgevoerd. Tevens zijn de vershilscores binnen groepen (dysartrie- en controlegroep) normaal verdeeld. De individuen beïnvloeden elkaar niet. Bovendien is geen sprake van ongelijke varianties. Tot slot zijn de gegevens van de Box's M niet van toepassing op het onderhavige onderzoek.

Uit een 4 x 5 Mixed ANOVA met de between-subject factor 'groep' (gezonde sprekers, sprekers met milde dysartrie, sprekers met matige dysartrie en sprekers met ernstige dysartrie), de within-subject factor 'type grafeem' (fricatieven, plosieven, nasalen, gesloten en open vocalen) en de afhankelijke variabele 'aantal deviaties' zijn de onderstaande resultaten naar voren gekomen. Vermeld moet worden dat de afhankelijke variabele is verwerkt in de within-subject factor 'type grafeem'. De weergegeven waarden in de matrices geven het aantal deviaties weer, gemaakt bij de desbetreffende grafemen. Dat wil zeggen dat wanneer wordt gekeken naar de waarden per grafeem, deze waarden iets zeggen over het aantal gemaakte deviaties bij een desbetreffende type grafeem. De afhankelijke variabele wordt hierdoor te allen tijde gecombineerd met de onafhankelijke variabelen.

Uit de statistische toets van experiment 2 kwam naar voren dat de gemaakte deviaties voorkomend bij de within subject factor 'type grafeem' het vaakst voorkwamen bij de sprekers met een ernstige dysartrie. Voor de fricatieven kwamen gemiddeld 0.88 ($SD = 0.83$) deviaties voor. Bij de plosieven gemiddeld 0.55 ($SD = 0.15$), bij de nasalen gemiddeld 0.54 ($SD = 0.16$), bij de gesloten vocalen gemiddeld 1.16 ($SD = 0.69$) en tot slot bij de open vocalen gemiddeld 0.60 ($SD = 0.50$) (zie tabel 6). Het aantal deviaties gemaakt bij het 'type grafeem' liep in de meeste gevallen op naarmate de ernst van de dysartrie toenam. Dit was echter niet het geval bij de fricatieven en open vocalen. Bij de fricatieven kwamen meer deviaties voor bij de sprekers met een milde dysartrie ($M = 0.29$, $SD = 0.03$) ten opzichte van de sprekers met een matige dysartrie ($M = 0.27$, $SD = 0.20$). Bij de open vocalen kwamen meer deviaties voor bij sprekers met een milde dysartrie ($M = 0.53$, $SD = 0.09$) ten opzichte van sprekers met een matige dysartrie ($M = 0.24$, $SD = 0.24$).

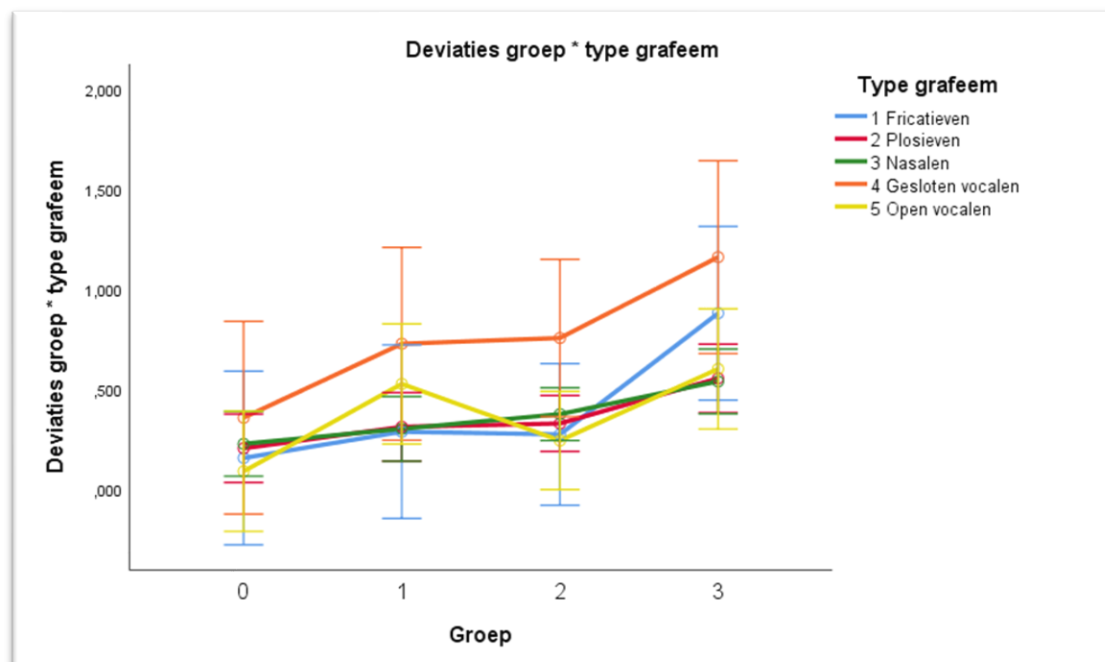
Uit de statistische weergave bleek dat er sprake was van een significant hoofdeffect van de between-subject factor 'groep' op het aantal gemaakte deviaties ($F(3,14) = 3.80$, $p < 0.05$, $\eta^2_p = 0.45$). De groep waarin de sprekers zaten (gezonder, mild, matig of ernstig) had een significant effect op het aantal gemaakte deviaties. Uit de statistische toets kwam naar voren dat de meeste deviaties voorkwamen bij de sprekers met een ernstige dysartrie ($M = 0.75$, $SD = 0.12$). Bij de gezonde spraak kwamen de minste deviaties voor ($M = 0.205$, $SD = 0.116$) ten opzichte van de andere groepen. Uit de statistische toets kwam echter wel naar voren dat de sprekers met een milde dysartrie meer deviaties ($M = 0.43$, $SD = 0.12$) lieten zien ten opzichte van de sprekers met een matige dysartrie ($M = 0.29$, $SD = 0.09$). Dit is overigens te zien in de grafische weergave van figuur 3 'Plot experiment 2'.

Bij de resultaten van de within-subject factor 'type grafeem' werd gevonden dat de meeste deviaties voorkwamen bij de plosieven ($M = 31.48$, $SD = 9.45$), vervolgens bij de gesloten vocalen ($M = 21.46$, $SD = 7.52$), de nasalen ($M = 15.48$, $SD = 5.04$) en de fricatieven ($M = 14.31$, $SD = 5.69$). Tot slot kwamen bij de open vocalen de minste deviaties voor ($M = 5.52$, $SD = 1.70$).

Uit de statistische weergave (within- subject effect) bleek tevens een significant hoofdeffect van de within-subject factor 'type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties bij de desbetreffende type grafemen ($F(2.13, 29.80) = 9.09, p < 0.01, n^2_p = 0.39$).

Geplande contrasten lieten zien dat er geen significant verschil bestaat tussen de type grafemen 'fricatieven' en 'plosieven', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 0.40, SE = 0.10$) hoger dan bij de grafemen 'plosieven' ($M = 0.35, SE = 0.04$). Er bleek geen significant verschil tussen de type grafemen 'fricatieven' en de grafemen 'nasalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 0.40, SE = 0.10$) hoger dan bij de grafemen 'nasalen' ($M = 0.36, SE = 0.04$). Tevens bleek er een significant effect tussen de grafemen 'fricatieven' en de grafemen 'gesloten vocalen', $p < 0.01$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 0.40, SE = 0.10$) lager dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 0.75, SE = 0.11$). Ook bleek er geen significant effect tussen de grafemen 'fricatieven' en de grafemen 'open vocalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'fricatieven' ($M = 0.40, SE = 0.10$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 0.36, SE = 0.07$). Uit het onderzoek bleek geen significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en de grafemen 'nasalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 0.35, SE = 0.04$) lager dan bij de grafemen 'nasalen' ($M = 0.36, SE = 0.04$). Tevens bleek een significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en 'gesloten vocalen', $p < 0.01$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 0.35, SE = 0.04$) lager dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 0.75, SE = 0.11$). Er bleek ook geen significant verschil tussen de grafemen 'plosieven' en de grafemen 'open vocalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'plosieven' ($M = 0.35, SE = 0.04$) lager dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 0.36, SE = 0.07$). Bovendien was er een significant verschil tussen de grafemen 'nasalen' en de grafemen 'gesloten vocalen', $p < 0.05$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'nasalen' ($M = 0.36, SE = 0.04$) lager dan bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 0.75, SE = 0.11$). Er was geen significant verschil tussen de grafemen 'nasalen' en de grafemen 'open vocalen', $p = 1.00$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'nasalen' ($M = 0.36, SE = 0.04$) nagenoeg gelijk aan het aantal deviaties voorkomend bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 0.36, SE = 0.07$). Tot slot was er een significant verschil tussen de grafemen 'gesloten vocalen' en de grafemen 'open vocalen', $p < 0.01$. Het aantal deviaties was bij de grafemen 'gesloten vocalen' ($M = 0.75, SE = 0.11$) hoger dan bij de grafemen 'open vocalen' ($M = 0.36, SE = 0.07$). Tijdens deze gehele analyse is er een Bonferroni correctie toegepast.

Tevens was geen sprake van een significant interactie-effect tussen 'type grafeem' en de 'groep' (dysartrie- en controlegroep) op de gemaakte deviaties ($F(6.39, 29.80) = 1.11, p = 0.383, n^2_p = 0.19$).



Figuur 3. Plot experiment 2.

Tabel 6. Beschrijvende statistiek – experiment 2

Beschrijvende statistiek				
	Groep	Gemiddelde %	Standaarddeviatie %	N
1. Fricatieven	0	15	13	4
	1	29	3	4
	2	27	20	6
	3	88	83	4
	Total	38	46	18
2. Plosieven	0	20	9	4
	1	31	11	4
	2	33	21	6
	3	55	15	4
	Total	35	19	18
3. Nasalen	0	23	17	4
	1	30	14	4
	2	37	14	6
	3	54	16	4
	Total	36	18	18
4. Gesloten vocalen	0	36	34	4
	1	73	18	4
	2	75	44	6
	3	100	69	4
	Total	75	49	18
5. Open vocalen	0	9	14	4
	1	53	9	4
	2	24	24	6
	3	60	50	4
	Total	35	33	18

Toelichting tabel 6: De waarden in deze tabel zijn de opgetelde absolute waarden gedeeld door de referentiewaarden van de beoordelaars. Bij experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie) was het nodig om de absolute waarden te delen door de referentiewaarden. Dit was nodig omdat het aantal beoordelingen per uiting niet gelijk was, zoals dat bij experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie) wel het geval was. De volgende formule is hierbij van toepassing: absolute waarden / referentie waarden = proportie voor elk type grafeem x 100 = percentage voor elk type grafeem.

4.4 Statistische analyses – Deelvragen 1b en 1c

Deelvraag 1b: Een paired samples t-test is uitgevoerd om het effect van contextuele informatie (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)) op het aantal deviaties nader te analyseren. Uit de paired samples t-test bleek een significant verschil in het aantal deviaties tussen de uitingen met contextuele informatie ($M = 0.77$, $SD = 1.13$) en de uitingen zonder contextuele informatie ($M = 1.79$, $SD = 1.03$), $t = -7.20$, $p < 0.01$. Dit resultaat laat zien dat er meer deviaties voorkwamen bij het experiment waarbij betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie zijn beoordeeld (experiment 2).

Deelvraag 1c: Een paired samples t-test is uitgevoerd om het effect van type transcripties (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) op het aantal deviaties nader te analyseren. Uit de paired samples t-test bleek een significant verschil in het aantal deviaties tussen de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden ($M = 55.89$, $SD = 100.04$) en de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden ($M = 88.67$, $SD = 130.23$), $t = -3.56$, $p < 0.01$. Dit resultaat laat zien dat er meer deviaties voorkwamen bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden.

5. Discussie

In het kader van het onderhavige onderzoek zijn verschillende *confusion matrices* (wel/niet genormaliseerde matrices, matrices op groepsniveau en matrices van consonanten en vocalen/diftongen) zowel beschrijvend als statistisch geanalyseerd. Het doel van het onderzoek was om te achterhalen op welke manier *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Daarnaast is gekeken naar de verschillen en aantal gemaakte deviaties (substituties, deleties en inserties) binnen de volgende factoren: type groep (dysartrie- en controlegroep), type uitingen (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)), vorm transcriptie (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) en type grafemen. Tot slot is onderzocht of de ernst van de dysartrische spraak effect had op het aantal gemaakte deviaties.

In dit hoofdstuk worden de resultaten, koppeling met literatuur en hypothesen per deelvraag beschreven. Allereerst worden de resultaten van de beschrijvende analyses beschreven. Daarna worden de statistische resultaten beschreven. De resultaten voortkomend uit de beschreven analyses worden later in het hoofdstuk bevestigd door de statistische resultaten. Vervolgens worden de onderzoeksvragen beantwoordt en worden de beperkingen van het onderzoek beschreven. Tot slot worden aanbevelingen voor vervolgonderzoek toegelicht.

5.1 Samenvatting resultaten – beschrijvende analyse

5.1.1 Deelvraag 1a: Uit de resultaten kwam naar voren dat bij de dysartrische spraak meer deviaties zijn waargenomen dan bij de gezonde spraak. Dit was het geval bij zowel de matrices van de consonanten als de matrices van de vocalen/diftongen. Zie tevens bijlage 4 voor meer kwalitatieve informatie van de geobserveerde bevindingen.

Dit komt overeen met de literatuur, omdat Mengistu, & Rudzic in 2012 vonden dat de dysartrische spraak gekenmerkt werd door de productie van articulatiefouten. Bovendien vonden onderzoekers waaronder Kim et al. (2010) articulatiefouten bij dysartrische spraak. Dit komt overeen met de verwachting. Logischerwijze produceren sprekers met een articulatiestoornis meer deviaties dan sprekers zonder articulatiestoornis.

Het onderhavige onderzoek is een toevoeging op de reeds bestaande literatuur omdat de onderhavige onderzoekresultaten informatie geven over de verschillen tussen dysartrische en gezonde spraak. Daarnaast geeft het onderhavige onderzoek gedetailleerde informatie over het voorkomen van substituties, deleties en inserties. In het verleden zijn meerdere fonologische processen bekeken maar de combinatie van deze drie processen werd niet eerder onderzocht.

5.1.2 Deelvraag 1b: Uit de resultaten bleek dat het effect van contextuele informatie (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie experiment 2)) effect had op het aantal gemaakte deviaties. Bij beide groepen sprekers kwamen er meer deviaties voor bij de pseudowoorden die zonder contextuele informatie zijn beoordeeld in vergelijking met de betekenisvolle woorden die met contextuele informatie zijn beoordeeld. Dit was het geval bij zowel de consonanten als bij de vocalen/diftongen. De resultaten komen overeen met de eerder opgestelde hypothese. Zie tevens bijlage 4 voor meer kwalitatieve informatie.

Een mogelijke verklaring voor de verschillen in resultaten tussen de betekenisvolle woorden met contextuele informatie en pseudowoorden zonder contextuele informatie, hebben hoogstwaarschijnlijk te maken met het effect van contextuele informatie op de manier

van beoordelen (zie bijlage 1 'Beschrijving eerdere experimenten'). Bij de uitingen van experiment 2 scoorden de beoordelaars geïsoleerde betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie. Het design van dit experiment maakte het lastiger voor de beoordelaars om de uitingen correct te scoren. Logischerwijs kwamen hierdoor meer deviaties voor bij pseudowoorden die zijn beoordeeld zonder contextuele informatie. Het gebruik van context kan dus zowel een negatief als positief effect hebben op het beoordelen van bepaalde uitingen. Tevens kan het gebruik van menselijke annotaties als methode ook zowel positief als negatief uitpakken. Aan de ene kant is deze methode wellicht minder bruikbaar omdat er fouten in de annotaties kunnen zitten, ontstaan door het foutief scoren. Echter is deze methode goed om te gebruiken omdat het informatie geeft over gemaakte deviaties bij dysartrische en gezonde spraak. Voor het onderhavige onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de beoordelaars het correct scoren van de uitingen als lastig ervaren en dat er door een gebrek aan contextuele informatie meer deviaties kunnen voorkomen.

De resultaten van deelvraag 1b zijn moeilijker te koppelen aan de literatuur omdat dit in grote mate afhangt van het design van het onderhavige onderzoek. Wel hebben Kim et al. (2010) ondervonden dat discrepanties tussen de getranscribeerde en referentie uitspraken worden geïdentificeerd als articulatiefouten. Dat is bij het onderhavige onderzoek ook het geval.

Het onderhavige onderzoek is een aanvulling op de bestaande literatuur omdat deze resultaten aangeven dat een keuze in design en daarbij de keuze om wel of geen contextuele informatie te gebruiken van groot belang kan zijn op de resultaten. Hoewel dit algemeen bekend is, geeft het grote contrast tussen de resultaten van de uitingen met en zonder contextuele informatie, nieuwe inzichten voor het kiezen van taken bij een experiment.

5.1.3 Deelvraag 1c: Uit de resultaten bleek dat de vorm van de transcriptie (betekenisvolle woorden vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (WTrans vs. LTrans)) effect had op het aantal gemaakte deviaties. De resultaten bleken wel afhankelijk van het type groep (dysartrie- en controlegroep). Bij de dysartrische groep bleek dat er bij de transcriptie taak bestaand uit betekenisvolle woorden meer substituties voorkwamen ten opzichte van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Bij de dysartrische groep bleek dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden echter meer inserties en deleties voorkwamen ten opzichte van de andere transcriptie taak. Bij de gezonde sprekers bleek echter dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden meer inserties en substituties voorkwamen in vergelijking met de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden. Voor de deleties bestond er geen verschil tussen beide transcriptie vormen (controlegroep). Dit was het geval bij zowel de *confusion matrices* van de consonanten als van de vocalen/diftongen. Zie tevens bijlage 4 voor meer kwalitatieve informatie van de geobserveerde bevindingen.

Van tevoren werd verwacht dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden meer deviaties zouden voorkomen in vergelijking met de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden. Het resultaat dat er bij de dysartrische sprekers bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer substituties voorkwamen dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden komt dus niet overeen met de hypothese. Het resultaat van de controlegroep komt wel overeen met de hypothese.

Een mogelijke verklaring voor het resultaat dat bij de dysartrische sprekers meer substituties voorkwamen bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden is dat het aannemelijk is dat er een bias zou bestaan voor betekenisvolle woorden. Bij betekenisvolle woorden kunnen er cohorten zijn die lijken op de PROMPT van de experimenten. Deze cohort woorden kunnen hetzelfde klinken of hetzelfde zijn qua schrift. Sommige woorden hebben een groot cohort en sommige woorden hebben een klein cohort. Als een uiting

devieert van de PROMPT zou het erop kunnen wijzen dat de uiting dichtbij een ander betekenisvol woord komt dan het woord uit de PROMPT. Deze deviaties kunnen vervolgens de vorm aannemen van een substitutie, insertie of deletie. Dit zou een verklaring kunnen zijn waarom er meer substituties voorkwamen bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden bij de dysartrische sprekers. Dit zou verder onderzocht kunnen worden bij eventueel vervolgonderzoek.

Tevens kan het gebruik van menselijke annotaties als methode zowel positief als negatief uitpakken. Aan de ene kant is deze methode minder bruikbaar omdat er fouten in de annotaties kunnen zitten, ontstaan door foutief scoren. Echter is deze methode goed om te gebruiken omdat het informatie geeft over de deviaties voorkomend bij dysartrische spraak. Voor het onderhavige onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de beoordelaars het correct scoren van de uitingen als lastig ervaren. Daardoor kunnen er fouten staan in de annotaties. Hierdoor zijn de menselijke annotaties minder bruikbaar. De resultaten van deelvraag 1c zijn moeilijk te koppelen aan de literatuur omdat dit sterk afhankelijk is van het design van het onderhavige onderzoek.

5.2 Samenvatting resultaten – statistische analyse

Aan de hand van de statistische analyses zijn de deelvragen 1a t/m 1d en hoofdvraag 2 onderzocht. De statistische analyses uitgevoerd voor deelvraag 1a, 1d en hoofdvraag 2 worden hieronder per experiment beschreven. Vervolgens worden de statistische resultaten van deelvraag 1b en 1c beschreven.

5.2.1 Resultaten deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2 - Experiment 1

Uit de resultaten van de 4 x 5 Mixed ANOVA bleek geen significant hoofdeffect van de between-subject factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties. Wel bleek een significant hoofdeffect van de within-subject factor ‘type grafeem’ op de gemaakte deviaties voorkomend bij de desbetreffende type grafemen. Uit de geplande contrasten bleek een significant verschil tussen type grafemen ‘fricatieven’ en ‘plosieven’. Tussen de overige type grafemen werd geen significant verschil gevonden. Tot slot is er geen significant interactie-effect te zien tussen de factoren ‘type grafeem’ en ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties.

Niet alle resultaten komen overeen met de opgestelde hypothese. Bij de resultaten werd verwacht dat de factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) een significant effect zou laten zien op het aantal gemaakte deviaties. Tevens werd een significant interactie-effect tussen de twee factoren ‘type grafeem’ en ‘groep’ verwacht. Dit bleek echter niet het geval te zijn volgens de statistische analyse. Er zijn verschillende mogelijke verklaringen voor dit resultaat. Het is aannemelijk dat de berekende waarden die zijn gebruikt voor de datasets zodanig zijn afgerond dat dit ervoor kan zorgen dat het resultaat niet significant is. Tevens zou het kunnen dat de kleine steekproefgrootte in combinatie met eventuele uitbijters in de datasets ervoor zorgen dat het resultaat niet significant is. Dit zijn beperkingen van het onderhavige onderzoek en kunnen worden meegenomen bij het uitvoeren van eventueel vervolgonderzoek. Het resultaat van het significante effect van de factor ‘type grafeem’ op de gemaakte deviaties komt wel overeen met de hypothese. Uit de literatuur, die is aangehaald in het theoretisch kader, volgt dat het eerste resultaat van factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) niet overeenkomt. Onderzoekers hebben gevonden dat de dysartrische spraak is gekenmerkt door het maken van articulatiefouten (Kim et al., 2010; Mengistu et al., 2012). Daardoor werd bij het onderhavige onderzoek verwacht dat er sprake zou zijn van een significant effect van de factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties. Het tweede resultaat van de factor ‘type grafeem’ komt wel overeen met de literatuur. Mengistu et al. (2012) hebben uitvoerig beschreven dat de articulatiefouten wel

degelijk voorkomen bij bepaalde type grafemen. Het laatste resultaat van het interactie-effect is lastig te koppelen aan de literatuur. Door middel van een logische redentatie werd verwacht dat er een significant interactie-effect zou bestaan tussen de twee factoren ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) en ‘type grafeem’. Verwacht werd dat een bepaalde groep sprekers meer deviaties zouden laten zien bij bepaalde type grafemen.

5.2.2 Resultaten deelvragen 1a, 1d en hoofdvraag 2 – Experiment 2

Uit de resultaten van de 4 x 5 Mixed ANOVA bleek een significant hoofdeffect van de between-subject factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties. Tevens bleek een significant hoofdeffect van de within-subject factor ‘type grafeem’ op de gemaakte deviaties voorkomend bij de desbetreffende type grafemen. Uit de geplande contrasten bleek een significant verschil tussen type grafemen ‘fricatieven’ en ‘gesloten vocalen’ tussen de type grafemen ‘plosieven’ en ‘gesloten vocalen’ en tot slot tussen de type grafemen ‘gesloten vocalen’ en ‘open vocalen’. Tussen de overige type grafemen werd geen significant verschil gevonden. Tot slot was geen significant interactie-effect te zien tussen de factoren ‘type grafeem’ en ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) op het aantal gemaakte deviaties. De resultaten van de factoren ‘groep’ en ‘type grafeem’ komen overeen met de hypothese. Het niet significante interactie-effect tussen deze twee factoren komt niet overeen met wat werd verwacht.

Er zijn verschillende mogelijke verklaringen voor dit resultaat. Het is aannemelijk dat de berekende waarden die zijn gebruikt voor de datasets zodanig zijn afgerond dat dit ervoor kan zorgen dat het resultaat niet significant is. Tevens zou het kunnen dat de kleine steekproefgrootte in combinatie met eventuele uitbijters in de datasets ervoor zorgen dat het resultaat niet significant is. Dit zijn beperkingen van het onderhavige onderzoek en kunnen worden meegenomen bij het uitvoeren van eventueel vervolgonderzoek.

Zoals al werd genoemd bij de resultaten van statistische toets van experiment 1, hebben onderzoekers gevonden dat articulatiefouten een kenmerk is van dysartrische spraak (Kim et al., 2010; Mengistu et al., 2012). Daarnaast is het logischerwijs te redeneren dat pathologische spraak resulteert in meer deviaties waardoor een factor als groep (dysartrie- en controlegroep) wel degelijk een significant effect laat zien op het aantal gemaakte deviaties. Hierbij komt het resultaat van de factor ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) overeen met de literatuur. Het tweede resultaat van de factor ‘type grafeem’ komt ook overeen met de literatuur. Mengistu et al. (2012) hebben uitvoerig beschreven dat de articulatiefouten wel degelijk voorkomen bij bepaalde type grafemen. Het laatste resultaat van het interactie-effect is, net als bij de resultaten van experiment 1, lastig te koppelen aan de literatuur. Door middel van een logische redentatie werd verwacht dat er een significant interactie-effect zou bestaan tussen de twee factoren ‘groep’ (dysartrie- en controlegroep) en ‘type grafeem’. Verwacht werd dat een bepaalde groep sprekers meer deviaties zouden laten zien bij bepaalde type grafemen.

5.2.3 Resultaten deelvraag 1b en 1c

Uit een paired samples t-test bleek een significant verschil in het aantal deviaties tussen het type uitingen (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)). Dit resultaat laat zien dat er meer deviaties voorkwamen bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2).

Uit een paired samples t-test bleek een significant verschil in het aantal deviaties tussen de vormen transcripties (transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) vs. transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Dit resultaat laat zien dat

er meer deviaties voorkwamen bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (Ltrans).

Beide resultaten laten komen overeen met de eerder opgestelde hypothesen en bevestigen tevens de resultaten voortkomend uit de beschreven analyses.

5.3 Beantwoording onderzoeksvragen

Aan de hand van de verschillende analyses en resultaten kunnen de opgestelde hoofd- en deelvragen worden beantwoord. De antwoorden op de onderzoeksvragen worden hieronder beschreven. Het doel van het onderhavige onderzoek was om na te gaan welke *confusion matrices* (genormaliseerd, niet-genormaliseerd, matrices van consonanten, matrices van vocalen, matrices op groepsniveau en matrices van grafemen) bruikbaar zijn om informatie over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak te verkrijgen.

Hoofdvraag 1: Voor de beschreven analyses werd voor deelvraag 1a gebruik gemaakt van de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. Voor de beschreven analyses van deelvraag 1b en 1c werd gebruik gemaakt van de genormaliseerde *confusion matrices*. Voor de statistische analyses van alle deelvragen en hoofdvraag 2 zijn de waarden uit de niet-genormaliseerde *confusion matrices* gebruikt. De matrices op grafeemniveau zijn gebruikt. Verschillende matrices (gebaseerd op grafemen) zijn dus bruikbaar om informatie over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak te verkrijgen. De *confusion matrices* zijn een bruikbare methode om informatie over pathologische spraak te verkrijgen.

Het antwoord op hoofdvraag 1 is in overeenstemming met de literatuur omdat verschillende onderzoekers in het verleden hebben laten zien dat verschillende vormen van *confusion matrices* gebruikt kunnen worden afhankelijk van hetgeen wat onderzocht dient te worden ((Platt (1980); Žgank, Horvat, & Kačič (2005); Morales, & Cox (2007); Lee, Sung, & Sim (2013); Lansford, & Liss (2014)). Hoe deelvragen 1a t/m 1d en hoofdvraag 2 overstemmen met de hypothesen en literatuur staat eerder in dit hoofdstuk beschreven.

Deelvraag 1a, 1d en hoofdvraag 2: Uit de beschreven resultaten bleek dat er bij de dysartrische spraak meer deviaties zijn waargenomen dan bij de gezonde spraak. Dit was het geval bij de matrices van de consonanten als de matrices van de vocalen/diftongen. Daarnaast kwam er bij de resultaten naar voren dat de ernst van de dysartrie effect heeft op het aantal gemaakte deviaties. De deviaties namen toe naarmate de ernst van de dysartrie toenam. Kortom, er zijn verschillen te zien in het aantal deviaties tussen de dysartrie- en controlegroep (deelvraag 1a). Uit de statistische resultaten kwam naar voren dat de ernst van de dysartrie inderdaad effect had op de gemaakte deviaties. Dit resultaat geeft antwoord op deelvraag 1d. Voor hoofdvraag 2 kwam naar voren dat verschillen waren te zien in het aantal deviaties bij de fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen. Uit de statistische resultaten van de 4 x 5 Mixed ANOVA van experiment 1 bleek geen significant effect te zijn van de factor 'groep' (dysartrie- en controlegroep) en van het interactief-effect 'groep * type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties. De factor 'type grafeem' heeft wel een significant effect op het aantal gemaakte deviaties. Uit de 4 x 5 Mixed ANOVA van experiment 2 bleek een significant effect van de factor 'groep' (dysartrie- en controlegroep) en 'type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties. Het interactie-effect 'groep * type grafeem' bleek niet significant. De beschreven resultaten komen overeen met de statistische resultaten.

Deelvragen 1b en 1c: Uit de resultaten bleek dat het bestaan van wel of geen contextuele informatie effect had op het aantal gemaakte deviaties. Voor de dysartrische sprekers en gezonde sprekers kwamen er bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) meer deviaties voor dan bij de betekenisvolle woorden met

contextuele informatie (experiment 1). Dit was het geval bij zowel de consonanten als bij de vocalen/diftongen. Uit de resultaten bleek dat de vorm van transcriptie (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)) effect had op het aantal gemaakte deviaties. De resultaten bleken wel afhankelijk van het type groep (dysartrie- en controlegroep). Bij de dysartrische groep bleek dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer substituties voorkwamen ten opzichte van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Bij de dysartrische groep bleek dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden meer inserties en deleties voorkwamen in vergelijking met de andere transcriptie taak. Bij de gezonde sprekers bleek echter dat er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden meer inserties en substituties voorkwamen in vergelijking met de andere transcriptie vorm. Bij de deleties was er geen verschil te zien tussen de transcriptie taken (controlegroep). Dit was het geval bij zowel de *confusion matrices* van de consonanten als van de vocalen/diftongen. Kortom, er zijn verschillen te zien in het aantal deviaties tussen de uitingen met en zonder contextuele informatie en type transcriptie vormen.

5.4 Beperkingen

Het doel van het onderzoek was om *confusion matrices* te analyseren. Deze matrices zijn onderzocht om na te gaan, op welke manier deze matrices gebruikt kunnen worden, om informatie te verkrijgen in patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. In de literatuur kwam naar voren dat een objectief meetinstrument nodig was voor het meten van de verstaanbaarheid van de dysartrische spraak (Xue et al., 2020). Het gebruik van *confusion matrices* kan voor zowel zorgprofessionals als logopedisten/taal- en spraakpathologen een waardevolle methode zijn, die hen helpt inzicht te krijgen in deviaties in de spraak van patiënten. Tevens kan het inzicht geven over de spraakverstaanbaarheid van de patiënten. In het onderhavige onderzoek is echter gebruik gemaakt van *confusion matrices* van grafemen. Hierdoor is een vertaalslag naar de verstaanbaarheid van patiënten nog niet geheel mogelijk. *Confusion matrices* van grafemen geven informatie over patronen in deviaties in dysartrische spraak, maar geeft geen definitieve informatie over de verstaanbaarheid. De *confusion matrices* van fonemen geven hier wel informatie over. Ganzeboom et al. (2016) hebben destijds aangegeven dat scores op foneemniveau meer informatie oplevert voor het identificeren van articulatieproblemen. Toch hebben Ganzeboom et al. (2016) eveneens aangegeven dat scores op grafeemniveau een redelijk alternatief is in gevallen waarin scores op foneemniveau niet mogelijk is. Hoewel het gebruik van informatie van grafemen mogelijk is, is dit een beperking van het onderhavige onderzoek. De lezer dient dus rekening te houden met het feit dat deze *confusion matrices* zijn gebaseerd op grafemen. Nu kunnen er slechts alleen assumpties worden gemaakt over de spraakverstaanbaarheid van de participanten.

Daarnaast is de steekproefgrootte relatief klein en ongelijk. Bovendien waren het aantal grafemen per type grafeem ongelijk. Voor de beschrijvende analyses is dit een beperking. Het was hierdoor niet mogelijk om bepaalde resultaten op een betrouwbare manier met elkaar te kunnen vergelijken. Het is daarnaast van belang dat een steekproefgrootte van redelijk formaat is om betrouwbare resultaten te kunnen beschrijven. Voor de statistische analyses was de ongelijke steekproefgrootte niet belemmerend aangezien de statistische toets een ANOVA betreft.

Tot slot kan niet ieder resultaat van het onderhavige onderzoek deugdelijk worden onderbouwd aan de hand van de reeds aanwezige literatuur. Enkele verklaringen van resultaten zijn gebaseerd op logica en logopedische vakkennis. Deze resultaten kunnen echter niet nader worden onderbouwd. Daarnaast is in het verleden naar voren gekomen dat veel onderzoekers gebruik hebben gemaakt van verschillende *confusion matrices* ((Platt (1980); Žgank, Horvat, & Kačič (2005); Morales, &, Cox (2007); Lee, Sung, & Sim (2013); Lansford,

& Liss (2014)). Echter komt in de literatuur niet naar voren welke verschillende vormen relevant zijn voor welk doeleind. Het gebruik van de *confusion matrices* van het onderhavige onderzoek zijn daardoor experimenteel ingezet en geanalyseerd.

5.5 Suggesties vervolgonderzoek

Vervolgonderzoek is nodig om verbanden tussen het gebruik van *confusion matrices* gebaseerd op fonemen en de verstaanbaarheid van dysartrische sprekers te bepalen. Het onderhavige onderzoek laat zien dat *confusion matrices* bruikbaar zijn als methode om adequate informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Echter kan de vertaalslag naar de verstaanbaarheid nog niet gemaakt worden omdat de gebruikte *confusion matrices* zijn gebaseerd op grafemen. Hierdoor blijven uitspraken over de verstaanbaarheid van deze groep patiënten slechts aannemelijk. Het advies is om hetzelfde onderzoek nogmaals uit te voeren maar dan met de *confusion matrices* van fonemen. Op die manier kunnen die resultaten meer informatie geven over de spraakverstaanbaarheid. Ook is het interessant om met meer diepgang na te gaan waarom er bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden bij dysartrische sprekers meer substituties voorkwamen in vergelijking met de andere transcriptie taak. Dit zou bij vervolgonderzoek nader geanalyseerd kunnen worden. Daarnaast is het advies om hetzelfde onderzoek uit te voeren met een grotere steekproef. Hoe groter de steekproef is hoe betrouwbaarder de resultaten immers zullen zijn. Daarnaast kan dan het niet significante hoofdeffect van de factor ‘groep’ (experiment 1) en het niet significante interactie-effect van de factoren ‘groep’ en ‘type grafeem’ (experiment 1 en 2) op het aantal gemaakte deviaties nader worden bekeken.

6. Conclusie

In het onderhavige onderzoek is het gebruik van *confusion matrices* onderzocht bij dysartrische spraak. Het doel was dan ook om te achterhalen op welke manier *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen over patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Deze informatie zou waardevol kunnen zijn voor zorgprofessionals zoals logopedisten en taal- en spraakpathologen. Daarnaast kunnen de resultaten van het onderhavige onderzoek informatie geven over de spraakverstaanbaarheid van dysartrische patiënten. Dit is tevens hoofdvraag 1 van het onderzoek. Daarnaast zijn vier deelvragen (1a t/m d) onderzocht om na te gaan of verschillen bestonden tussen dysartrische en gezonde spraak, tussen betekenisvolle woorden met contextuele informatie en betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 1 vs. experiment 2) en tussen de transcriptie vormen (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Ook is gekeken of de ernst van de dysartrie, effect had op de gemaakte deviaties (substituties, deleties en inserties). Tot slot is hoofdvraag 2 onderzocht. De resultaten van deze hoofdvraag geven inzicht in de verschillen tussen de gemaakte deviaties bij fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen.

Aan de hand van de eerder beschreven resultaten kan worden geconcludeerd dat voor de beschreven analyse de niet-genormaliseerde (op groepsniveau en matrices van consonanten en van vocalen/diftongen) gebruikt kunnen worden om informatie te geven over de dysartrische en gezonde spraak (deelvraag 1a). Voor de deelvragen over de verschillen tussen de vormen transcriptie taken en effect van contextuele informatie (deelvragen 1b en 1c) bleek dat voor de beschreven analyse de genormaliseerde *confusion matrices* (op groepsniveau en matrices van consonanten en van vocalen/diftongen) informatie geven. Uit de resultaten van deze analyses kon geconcludeerd worden dat er verschillen bestaan tussen de groepen (dysartrie- en controlegroep), uitingen met en zonder contextuele informatie en type transcriptie taken. Daarnaast kwam naar voren dat de ernst van de dysartrie inderdaad effect had op het aantal gemaakte deviaties. De resultaten van de deelvragen 1a t/m 1d geven antwoord op hoofdvraag 1. Uit de resultaten van hoofdvraag 2 volgde dat er verschillen waren te zien in het aantal gemaakte deviaties bij de fricatieven, plosieven, nasalen, open en gesloten vocalen.

Voor de statistische analyses (deelvragen 1a t/m 1d en hoofdvraag 2) zijn de waarden uit de niet-genormaliseerde *confusion matrices* gebruikt. Uit de statistische resultaten van de 4 x 5 Mixed ANOVA van experiment 1 kan geconcludeerd worden dat er geen significant effect bestaat van de factor 'groep' en van het interactie-effect 'groep * type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties. De factor 'type grafeem' heeft wel een significant effect op de gemaakte deviaties. Uit de 4 x 5 Mixed ANOVA van experiment 2 kan geconcludeerd worden dat er een significant effect bestaat van de factor 'groep' en de factor 'type grafeem' op het aantal gemaakte deviaties. Het interactie-effect 'groep * type grafeem' bleek niet significant. Uit de statistische resultaten van de gepaarde t-toetsen kan geconcludeerd worden dat er significante verschillen bestaan tussen de type uitingen (met en zonder contextuele informatie) en type transcriptie taken (betekenisvolle woorden (WTrans vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). Deze statistische resultaten bevestigen de resultaten voortkomend uit de beschreven analyses.

De resultaten van het onderhavige onderzoek komen op sommige aspecten wel en op sommige aspecten niet overeen met de literatuur. Voor het onderhavige onderzoek is slechts alleen gebruik gemaakt van *confusion matrices* op grafeemniveau. Vervolgonderzoek is nodig om *confusion matrices* te bekijken op foneemniveau zodat conclusies getrokken kunnen worden over de verstaanbaarheid van dysartrische patiënten. Tevens wordt geadviseerd het onderhavige onderzoek nogmaals uit te voeren met een grotere steekproef.

De onderhavige resultaten zijn tevens relevant voor de praktijk omdat zorgprofessionals door middel van deze methode bij eigen patiënten de deviaties in de spraak kunnen onderzoeken. Tevens geven deze resultaten ook informatie over de dysartrische spraak. Deze informatie kan toegepast worden bij het maken van behandelplannen en het geven van therapie.

Referenties

- Barlow, S. M., & Abbs, J. H. (1986). Fine force and position control of select orofacial structures in the upper motor neuron syndrome. *Experimental Neurology*, 94(3), 699–713. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(86\)90248-7](https://doi.org/10.1016/0014-4886(86)90248-7)
- Boutsen, F., & Dvorak, J. (2017). Prosody and motor speech disorders: A retrospective review of a merger that is imminent. *Lingua*, 199, 50-59
<https://doi.org/10.1016/j.lingua.2017.07.009>
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969a). Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12(3), 462–496. <https://doi.org/10.1044/jshr.1203.462>
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969). Differential Diagnostic Patterns of Dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12(2), 246–269.
<https://doi.org/10.1044/jshr.1202.246>
- Darley, F. L., & Aronson, A. E. (1975). Motor speech disorders. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Dharmaperwira-Prins, R. (2005). *Dysarthrie en verbale apraxie - DYVA-onderzoek* (4de ed.). Pearson Benelux B.V.
- Duffy, J.R. (2013). Motor Speech Disorders: substrates, differential diagnosis and management. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby
- Dykstra, A., Hakel, M., & Adams, S. (2007). Application of the ICF in Reduced Speech Intelligibility in Dysarthria. *Seminars in Speech and Language*, 28(4), 301–311.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-986527>
- Enderby, P. (1980). “Frenchay dysarthria assessment.,” *International Journal of Language & Communication Disorders*, vol. 15, no. 3, pp. 165–173.
- Ganzeboom, M., Bakker, M., Cucchiarini, C., Strik, H. (2016) Intelligibility of Disordered Speech: Global and Detailed Scores. Proc. Interspeech 2016, 2503-2507.
- Garcia, L. J., Laroche, C., & Barrette, J. (2002). Work integration issues go beyond the nature of the communication disorder. *Journal of Communication Disorders*, 35(2), 187–211.
[https://doi.org/10.1016/s0021-9924\(02\)00064-3](https://doi.org/10.1016/s0021-9924(02)00064-3).
- Hayes, & Patterson. (1921). *Visuele analoge scale (VAS)*. Meetinstrumenten in de zorg.
<https://meetinstrumentenzorg.nl/wp-content/uploads/instrumenten/VAS-lijn-meetinstr.pdf>
- Hustad, K. C. (2008). The Relationship Between Listener Comprehension and Intelligibility Scores for Speakers With Dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(3), 562–573. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/040\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/040))
- Janbakhshi, P., Kodrasi, I., & Bourlard, H. (2019, May). Pathological speech intelligibility assessment based on the short-time objective intelligibility measure. In *ICASSP 2019-2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 6405-6409). IEEE.
- Kempler, D., & Lancker, D. V. (2002). Effect of Speech Task on Intelligibility in Dysarthria: A Case Study of Parkinson’s Disease. *Brain and Language*, 80(3), 449–464.
<https://doi.org/10.1006/brln.2001.2602>
- Kim, H., Martin, K., Hasegawa-Johnson, M., & Perlman, A. (2010). Frequency of consonant articulation errors in dysarthric speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24(10), 759–770. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.497238>
- Lee, Y., Sung, J., & Sim, H. (2013). Consonant Confusions Matrices in Adults with Dysarthria Associated with Cerebral Palsy. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(1), 47–54. <https://doi.org/10.13064/ksss.2013.5.1.047>

- Leijon, L., Henter, G. E., & Dahlquist, M. (2016). Bayesian Analysis of Phoneme *Confusion matrices*. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 24(3), 469–482. <https://doi.org/10.1109/taslp.2015.2512039>
- Mengistu, K. T., & Rudzicz, F. (2011). Adapting acoustic and lexical models to dysarthric speech. *2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 4924–4927. <https://doi.org/10.1109/icassp.2011.5947460>
- Middag, C., Martens, J.-P., Van Nuffelen, G., & De Bodt, M. (2009). DIA: a tool for objective intelligibility assessment of pathological speech. In C. Manfredi (Ed.), *Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications, 6th International workshop, Proceedings* (pp. 165–167). Presented at the 6th International workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications, Firenze, Italy: Firenze University Press.
- Miller, N. (2013). Measuring up to speech intelligibility. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(6), 601–612. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12061>
- Morales, O. C., & Cox, S. (2007). Modelling *confusion matrices* to improve speech recognition accuracy, with an application to dysarthric speech. In Eighth Annual Conference of the International Speech Communication Association.
- Platt, L. J., Andrews, G., Young, M., & Quinn, P. T. (1980). *Dysarthria of Adult Cerebral Palsy*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 23(1), 28–40. <https://doi.org/10.1044/jshr.2301.28>
- Thompson, E. C., Murdoch, B. E., & Stokes, P. D. (1995). Lip function in subjects with upper motor neuron type dysarthria following cerebrovascular accidents. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 30(4), 451–466. <https://doi.org/10.3109/13682829509087244>
- World Health Organization. ICF: International Classification of Functioning, Disability and Health. Geneva, Switzerland: WHO; 2001.
- Wouda, J., Wiel, H., Vliet, K., van de Wiel, H., & van Vliet, K. (1997). *Medische communicatie*. De Tijdstroom.
- Yorkston, K., Beukelman, D.R., & Bell, K.R. (1988). *Clinical management of dysarthric speakers*, San Diego, CA: College-Hill Press.
- Yorkston, K., Beukelman, D.R., & Tice, R. (1996). Sentence intelligibility test [Measurement instrument]. Lincoln, NE: Tice Technologies.
- Yorkston KM, Bombardier C, Hammen V. Dysarthria from the viewpoint of individuals with dysarthria. In: Till JA, Yorkston KM, Beukelman DR, eds. *Motor Speech Disorders: Advances in Assessment and Treatment*. Baltimore, MD: Brookes; 1994:19–35
- Yorkston, K. M., Klasner, E. R., & Swanson, K. M. (2001). Communication in Context: A Qualitative Study of the Experiences of Individuals With Multiple Sclerosis. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 10(2), 126–137. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2001/013\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2001/013))
- Yorkston, K. M., Strand, E. A., & Kennedy, M. R. (1996). Comprehensibility of Dysarthric Speech. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 5(1), 55–66. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0501.55>
- Xue, W., Cucchiari, C., Hout, R. V., & Strik, H. (2019). Acoustic correlates of speech intelligibility: the usability of the eGeMAPS feature set for atypical speech. *SLaTE 2019: 8th ISCA Workshop on Speech and Language Technology in Education*, 48–52. <https://doi.org/10.21437/slate.2019-9>
- Xue, W., Ramos, V. M., Harmsen, W., Cucchiari, C., Hout, R. V., & Strik, H. (2020). Towards a Comprehensive Assessment of Speech Intelligibility for Pathological Speech. *Interspeech*, 3146–3150. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2020-2693>

Žgank, A., Horvat, B., & Kačič, Z. (2005). Data-driven generation of phonetic broad classes, based on phoneme confusion matrix similarity. *Speech Communication*, 47(3), 379–393. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2005.03.011>

Bijlagen

1. Beschrijving experimenten eerder onderzoek

Experiment 1: Experiment 1 omvatte 36 sprekers, voor het onderhavige onderzoek is gekozen om slechts alleen data van 18 sprekers te includeren om het aantal participanten per experiment gelijk te houden (14 dysartrische sprekers en 4 controle sprekers). Voor elke spreker werden dezelfde vier uitingen voorgelezen, gehaald uit de COPAS-database. De beoordelaars beoordeelden deze uitingen aan de hand van een VAS-schaal, zie figuur 4. In experiment 1 werden beide transcriptievormen voor de OT-taak gebruikt, WTrans en LTrans. De beoordelaars mochten twee keer naar elke opname luisteren. Gevraagd werd om te transcriberen wat ze daadwerkelijk hoorden en scores te geven op basis van wat ze hoorden en konden begrijpen.

Radboud University

Uiting 4:

0:00 / 1:25

Luister 1x naar de volgende spraakuiting:

1) Noteer letterlijk wat u hoort. U mag niet alleen bestaande woorden maar ook onzinwoorden gebruiken.

2) Wat voor score zou u toekennen aan de spraakverstaanbaarheid?

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Spraakverstaanbaarheid

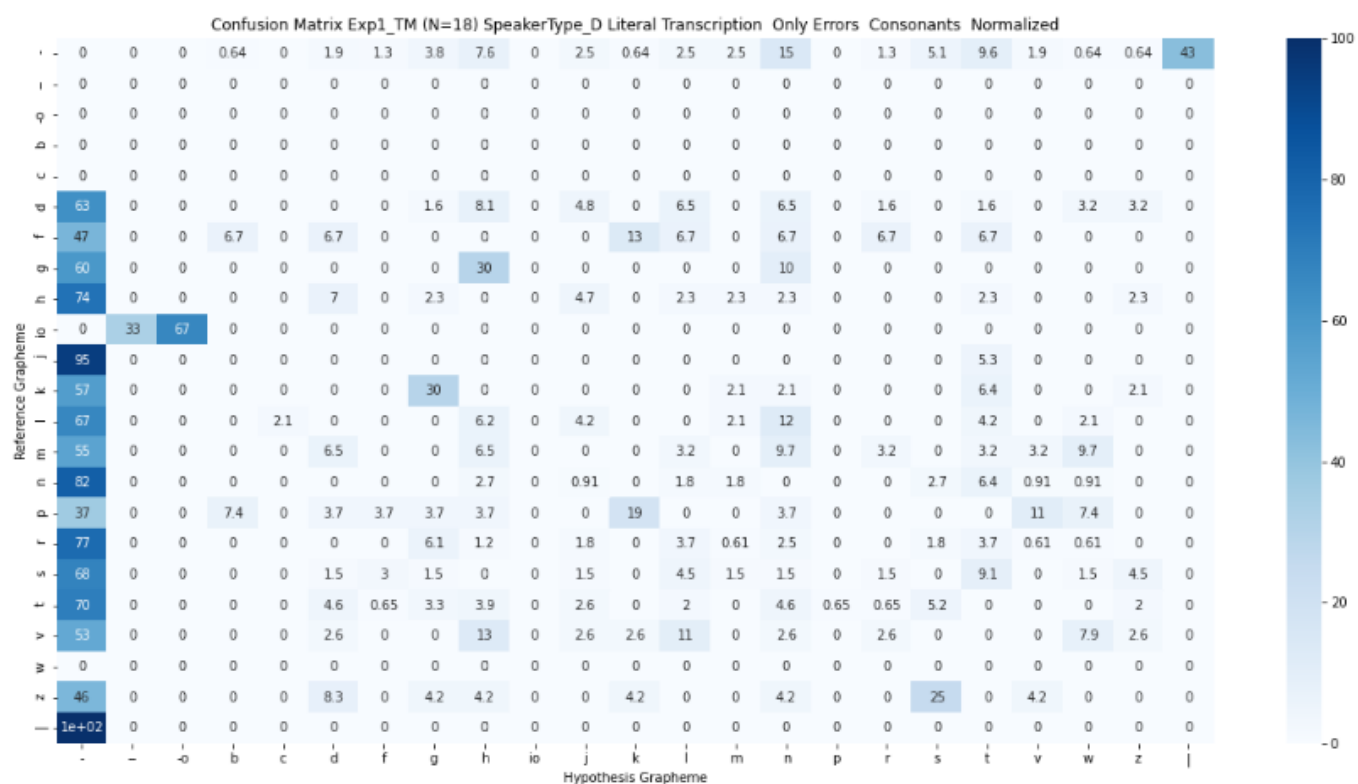
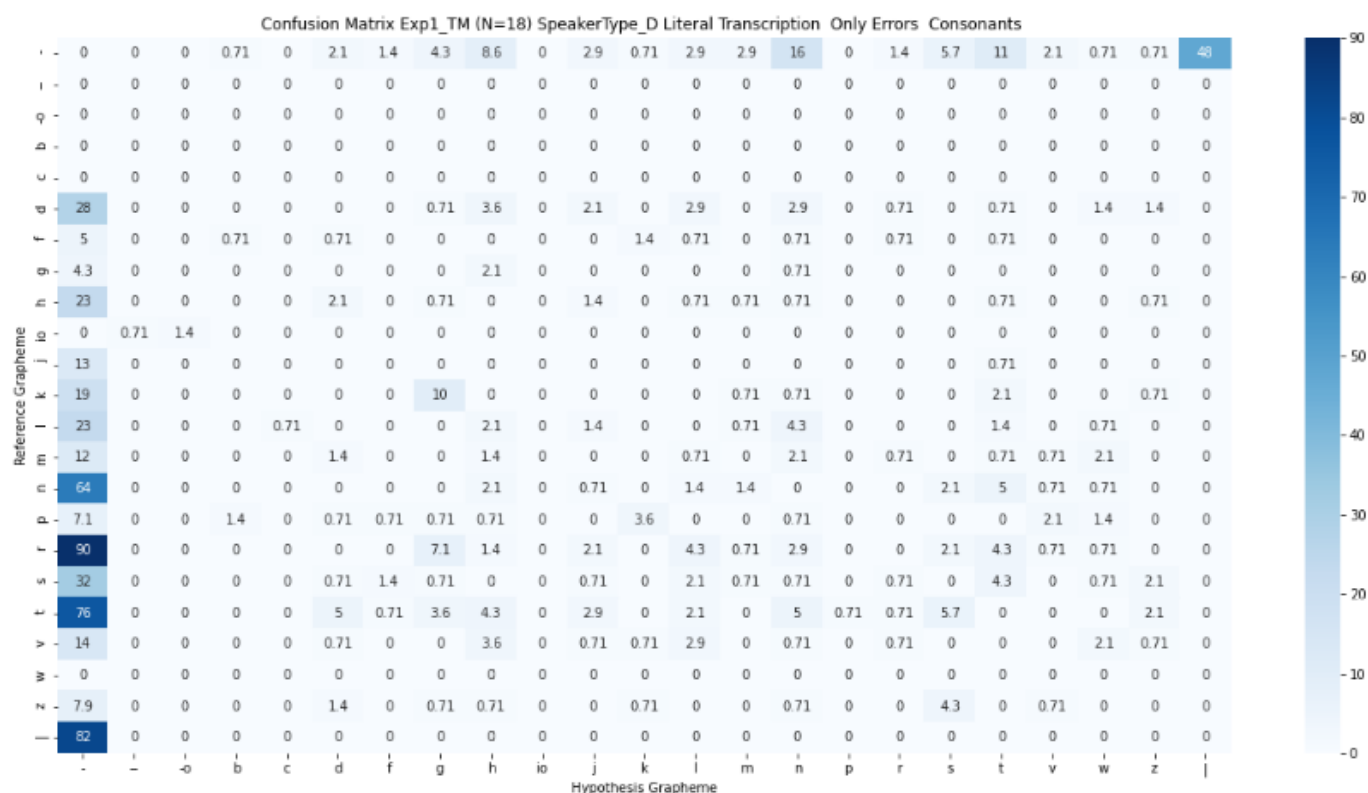
→

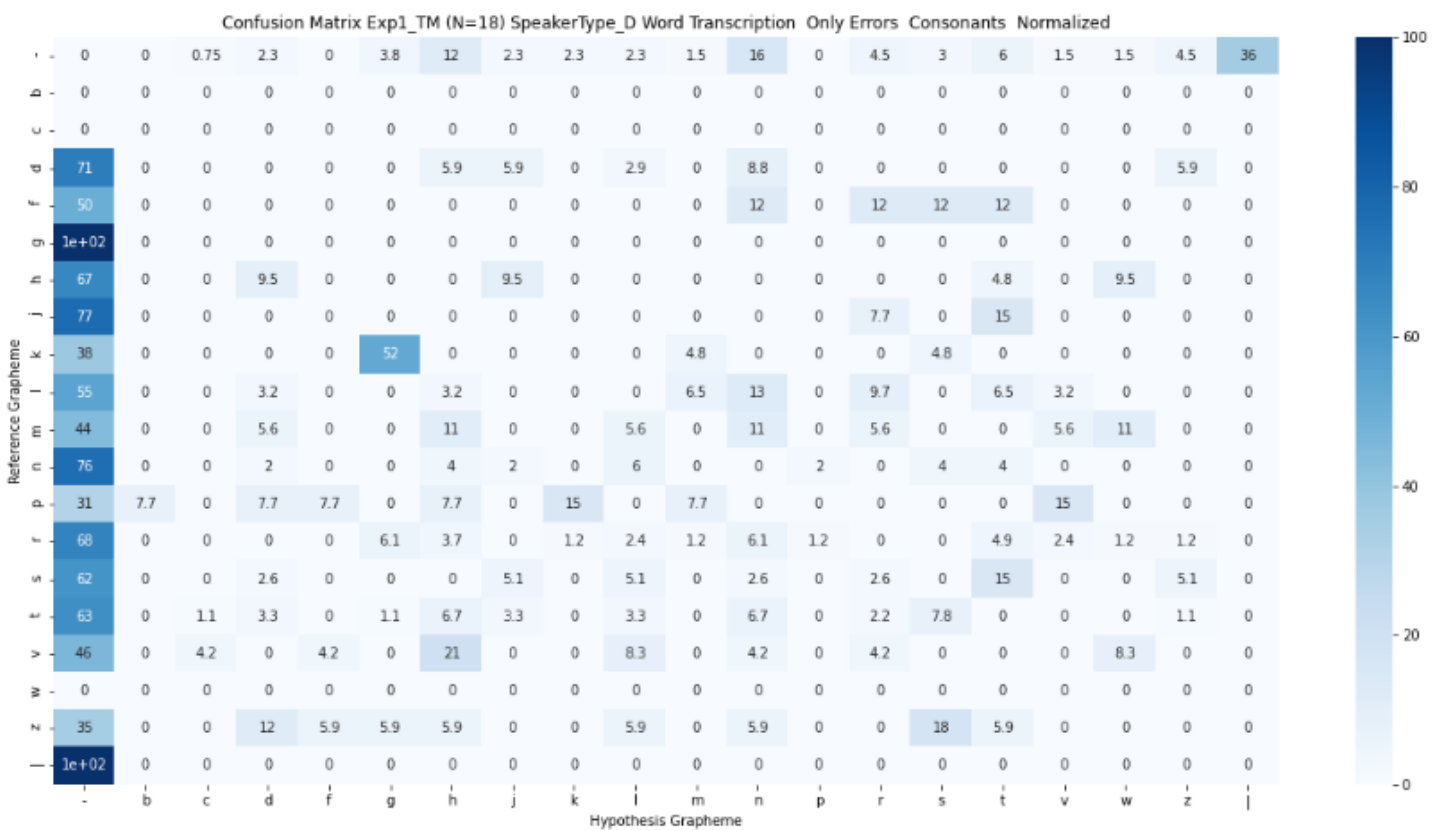
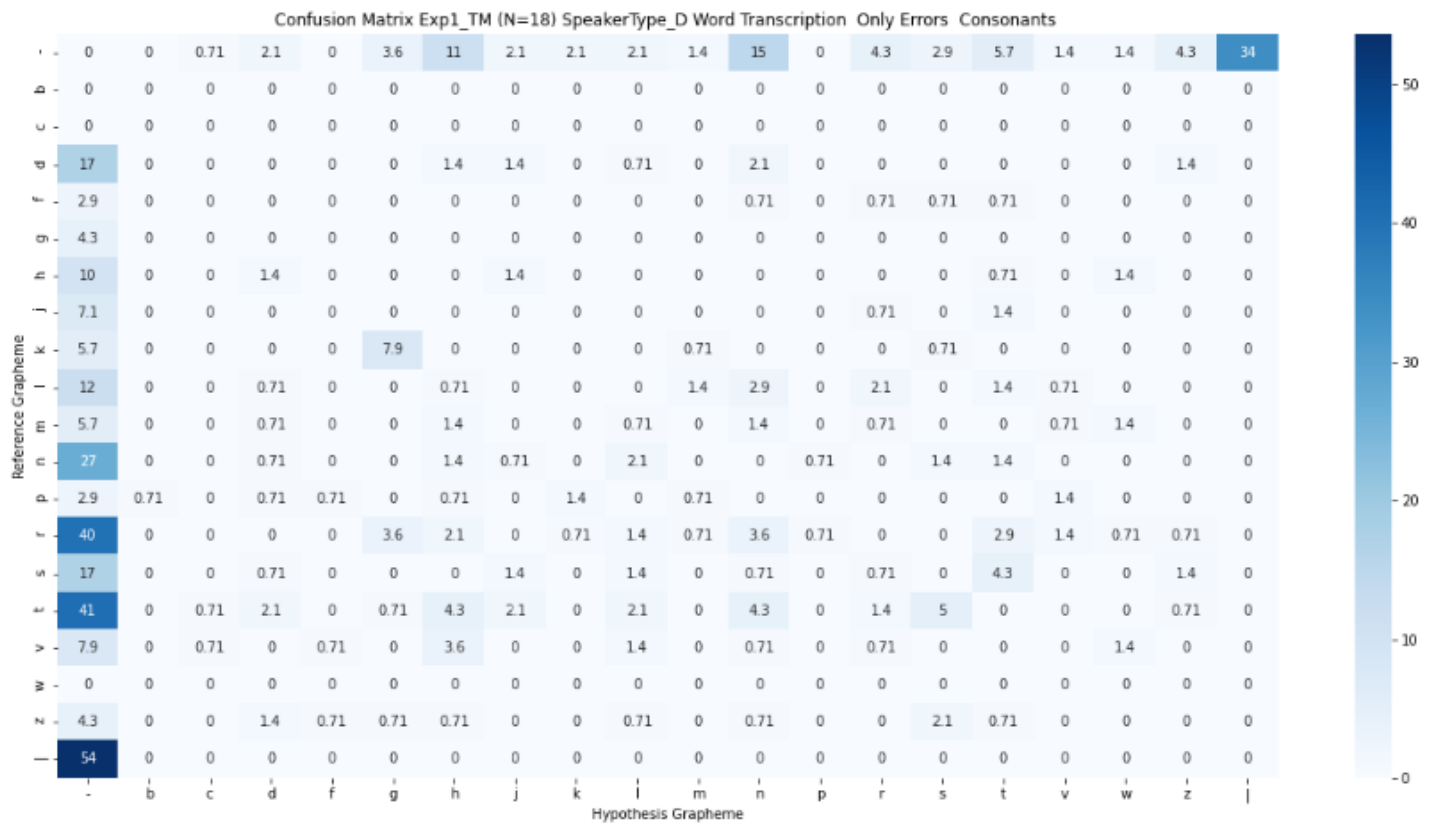
Fig. 4: Een screenshot van de webpagina die laat zien hoe de beoordelaars uitingen ontvingen en hun oordeel moesten geven aan de hand van de VAS-schaal.

Experiment 2: De steekproef omvatte dezelfde 18 participanten (14 dysartrische sprekers en 4 controle sprekers) als bij experiment 1. Zij produceerden verschillende samples van de drie subsets van de DIA-taak. In zijn totaliteit werden 54 uitingen opgenomen (3 subsets van 18 sprekers). De subsets bevatten naast betekenisvolle woorden ook pseudoworden waardoor de LTrans de enige vorm van transcriptie was voor de OT-taak. De beoordelaars konden de opnames één keer luisteren. De CVC-woorden van de subsets in experiment 2 werden

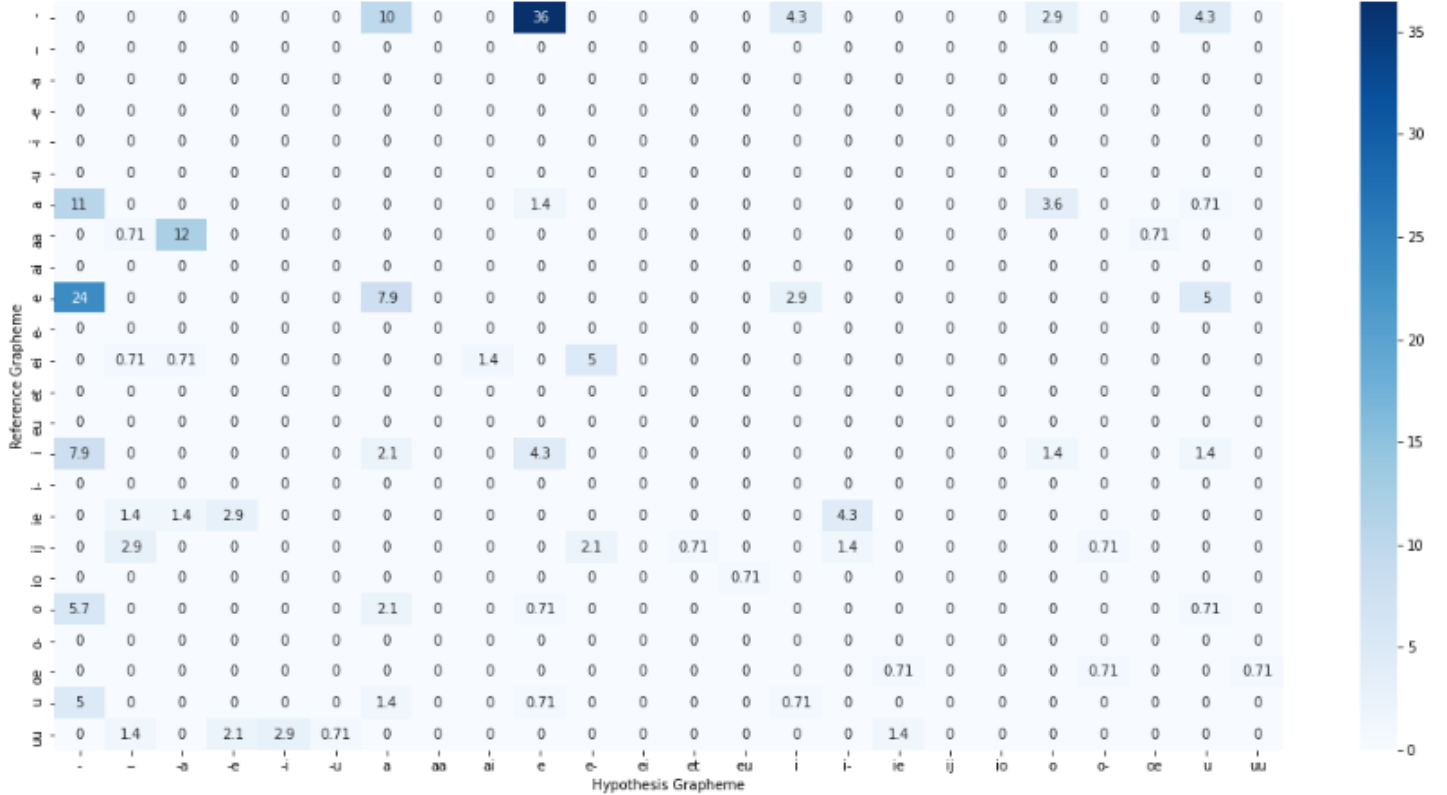
gepresenteerd in de vorm van opnames waarbij drie seconden stilte handmatig tussen opeenvolgende woorden werden ingevoegd. Dit werd gedaan om ervoor te zorgen dat de beoordelaars de woorden konden transcriberen in de intervallen tussen de woorden.

2. Voorbeelden *Confusion matrices*

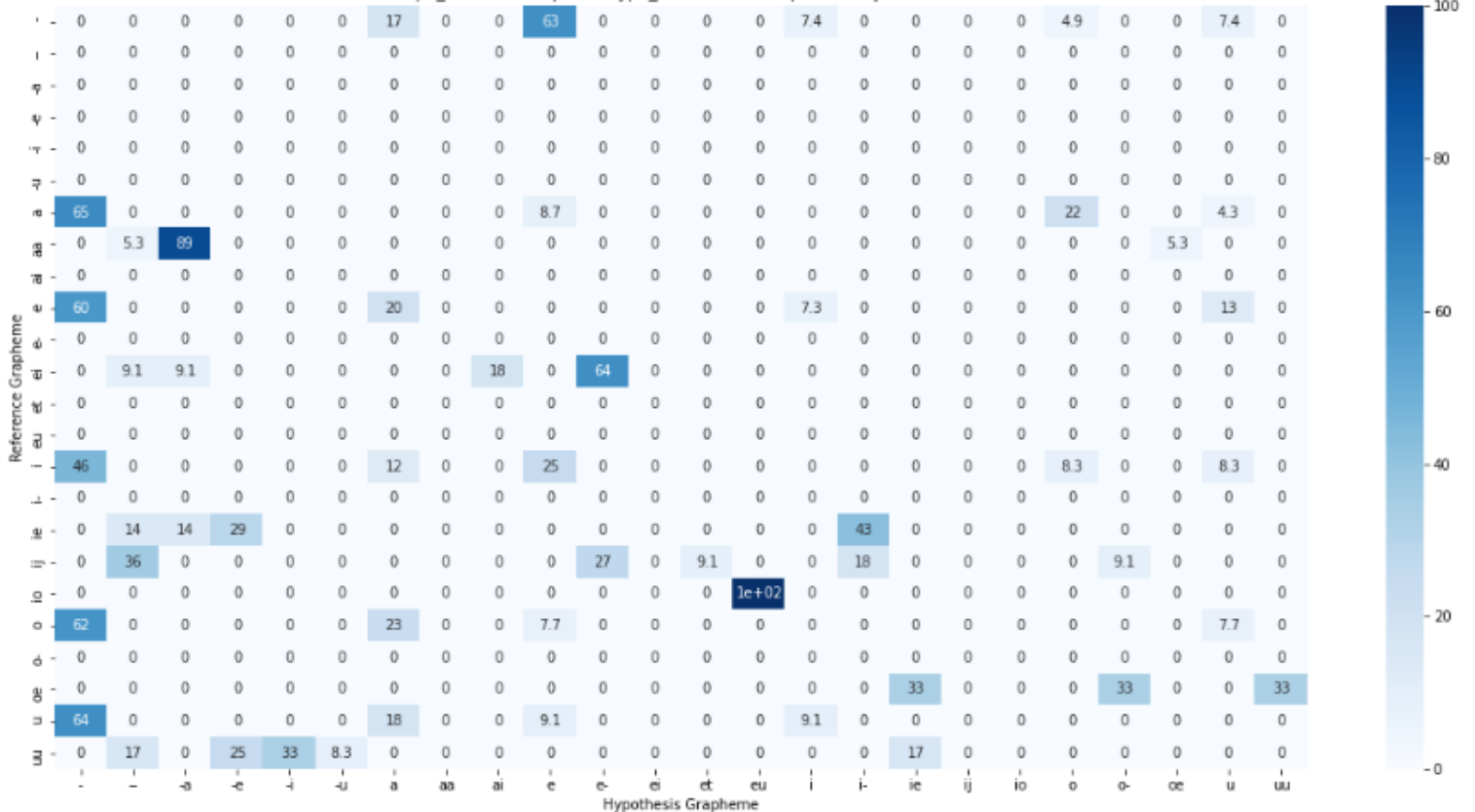


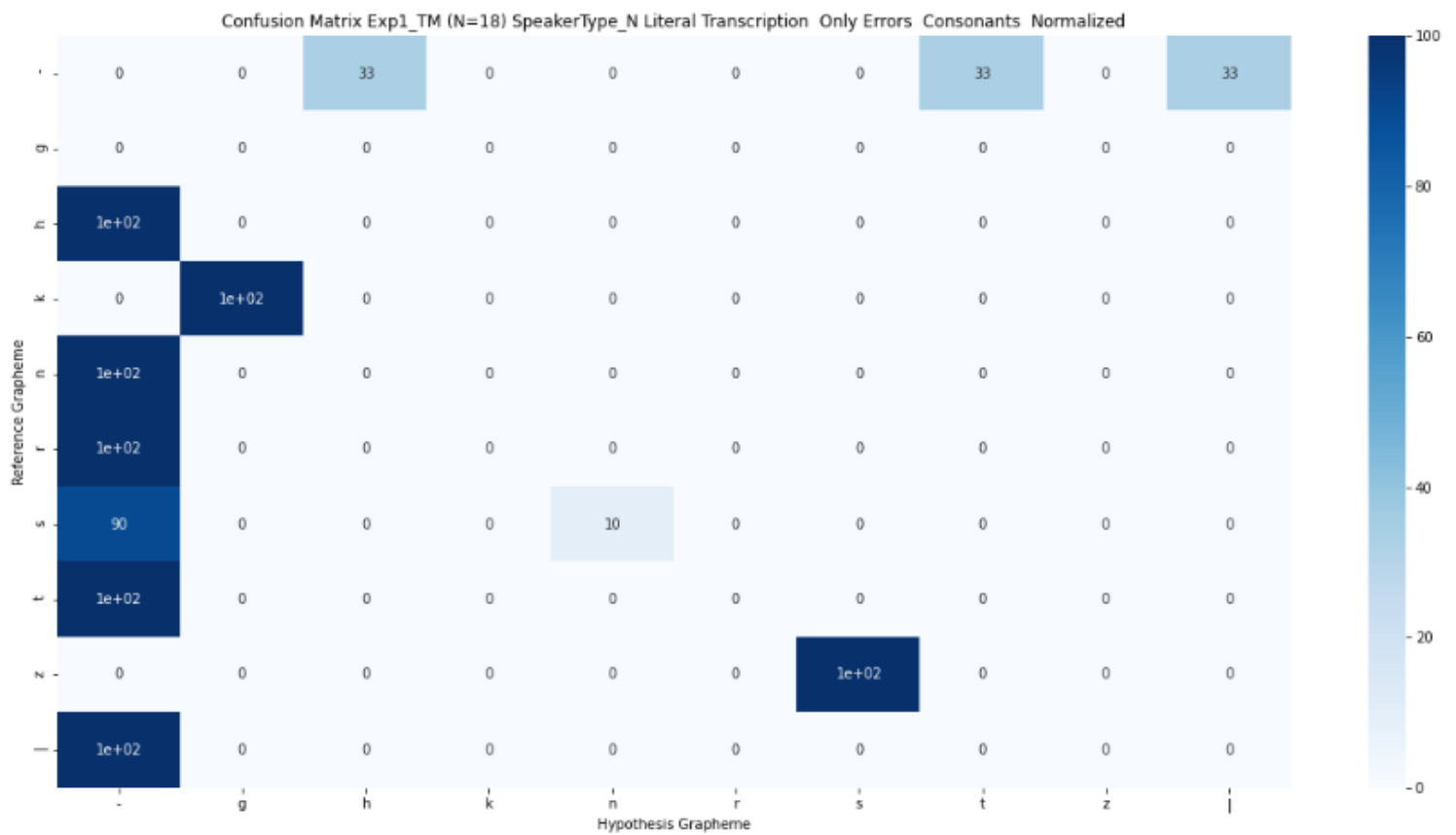
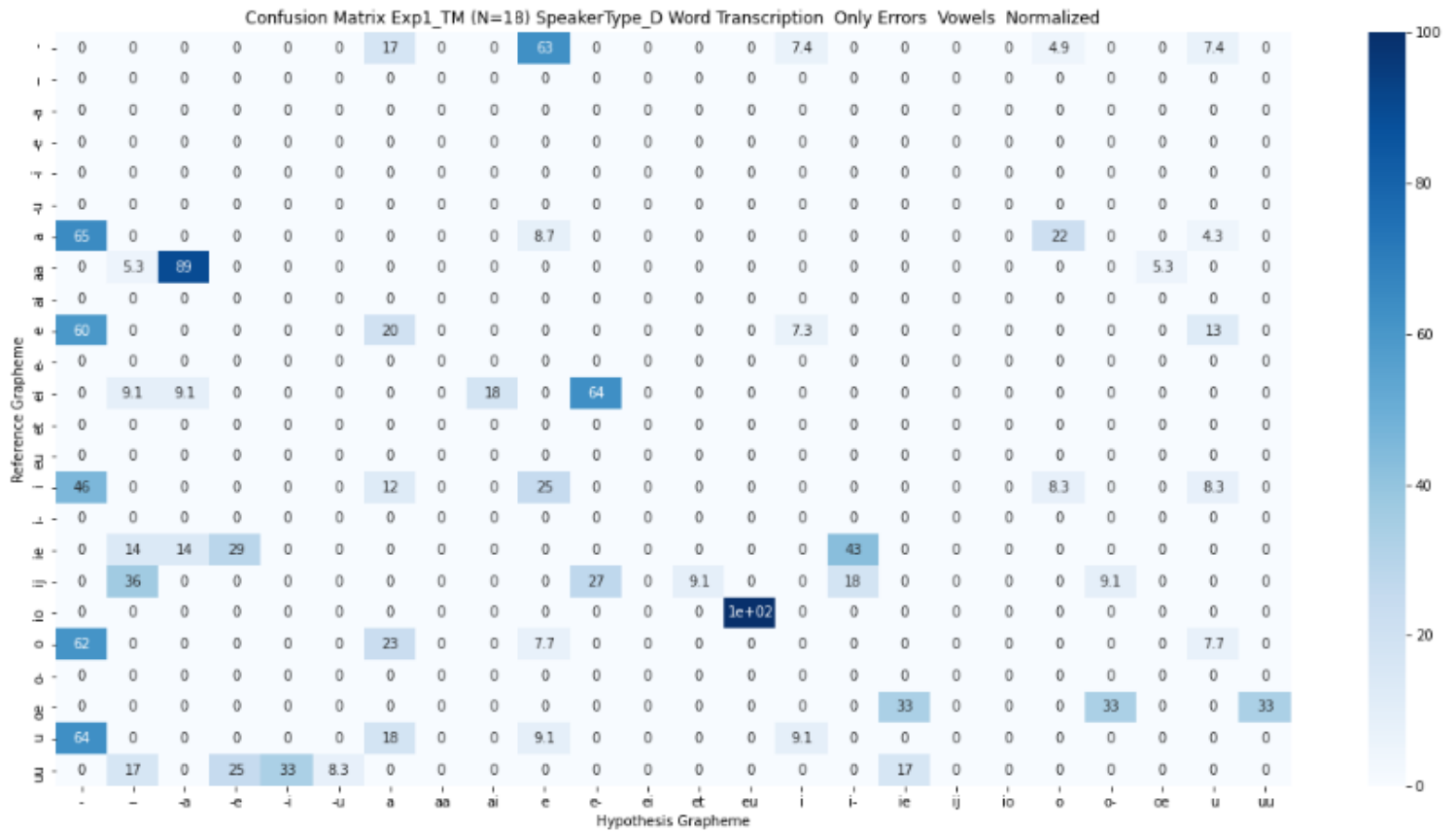


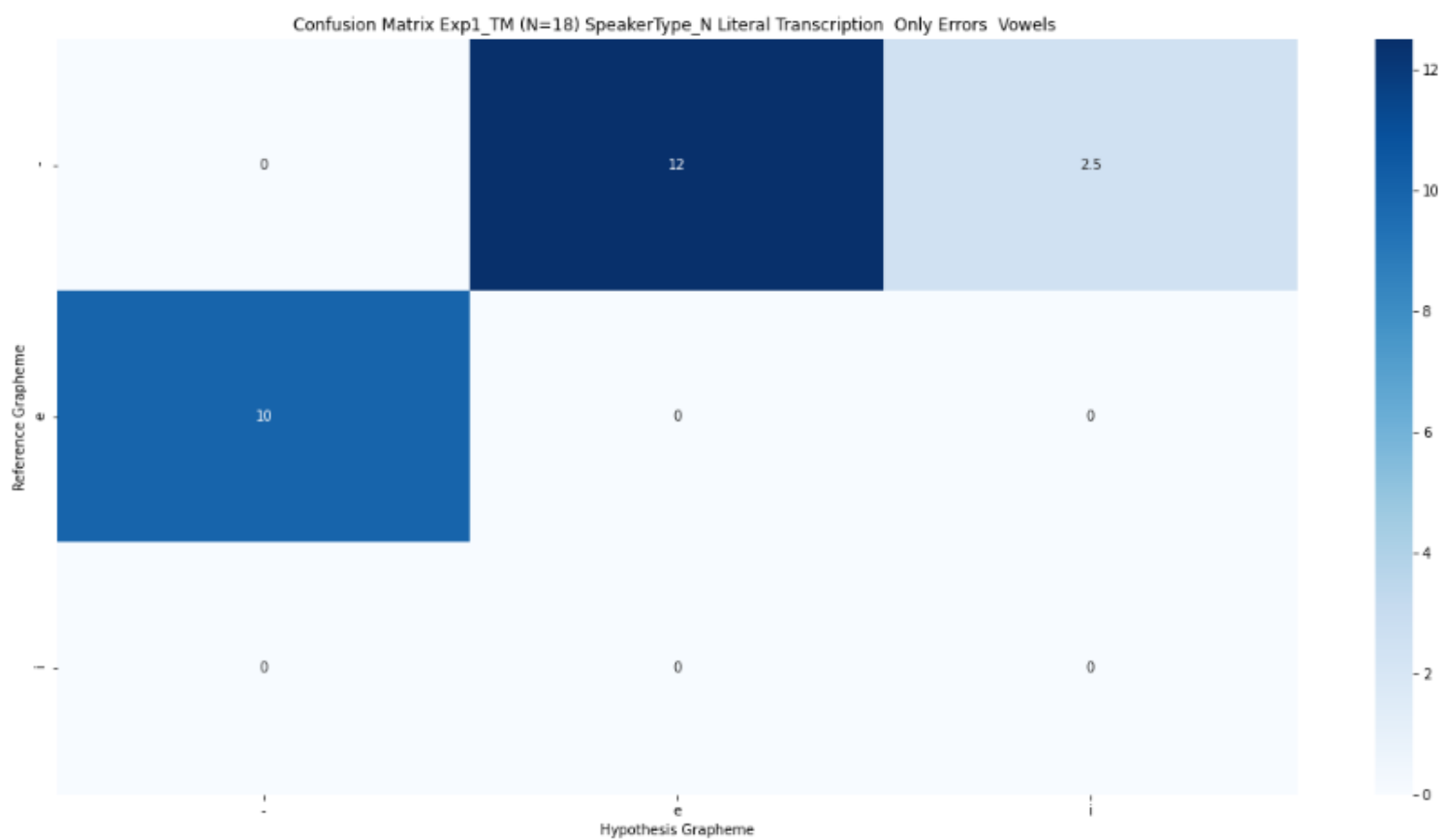
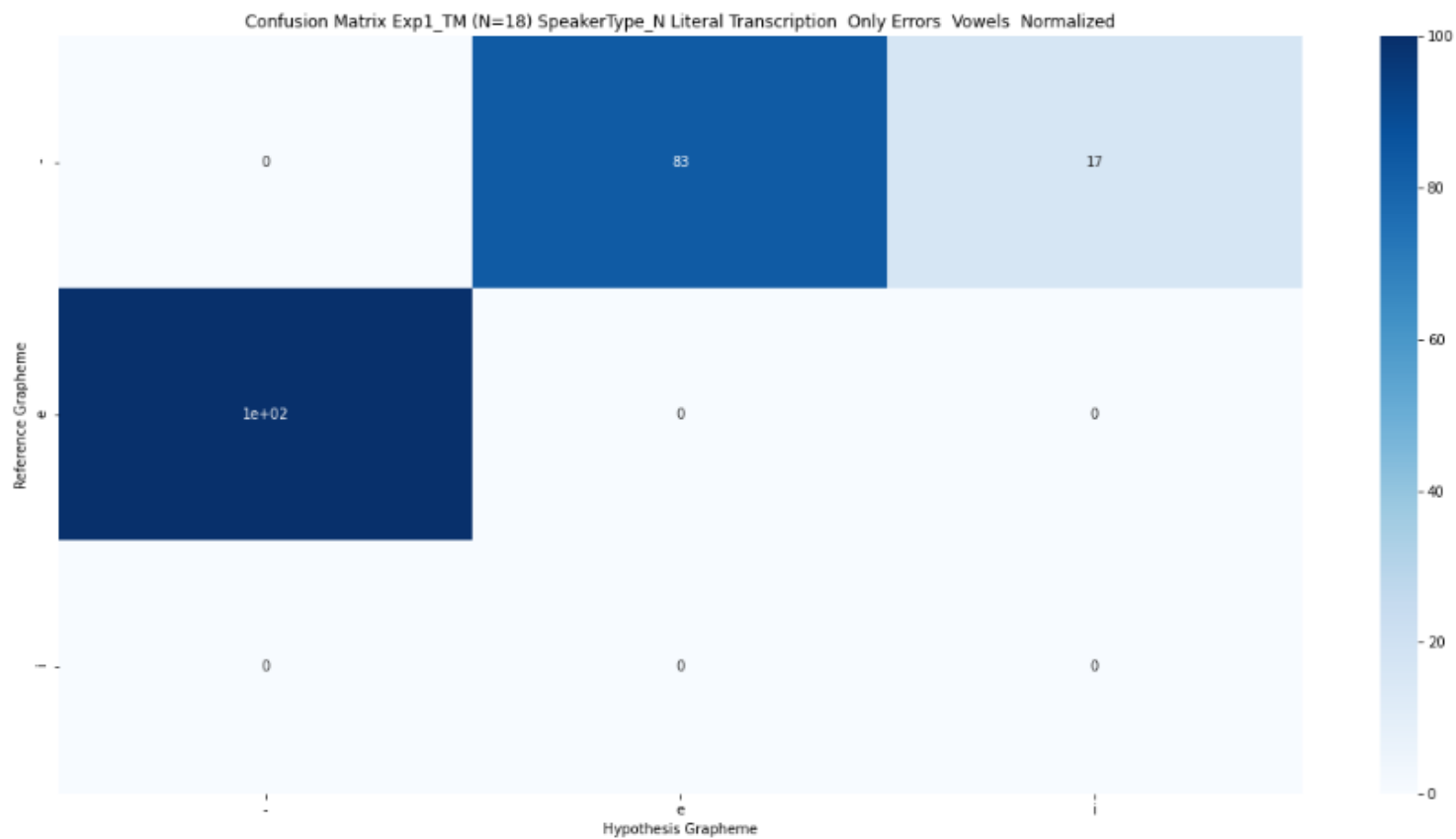
Confusion Matrix Exp1_TM (N=18) SpeakerType_D Word Transcription Only Errors Vowels



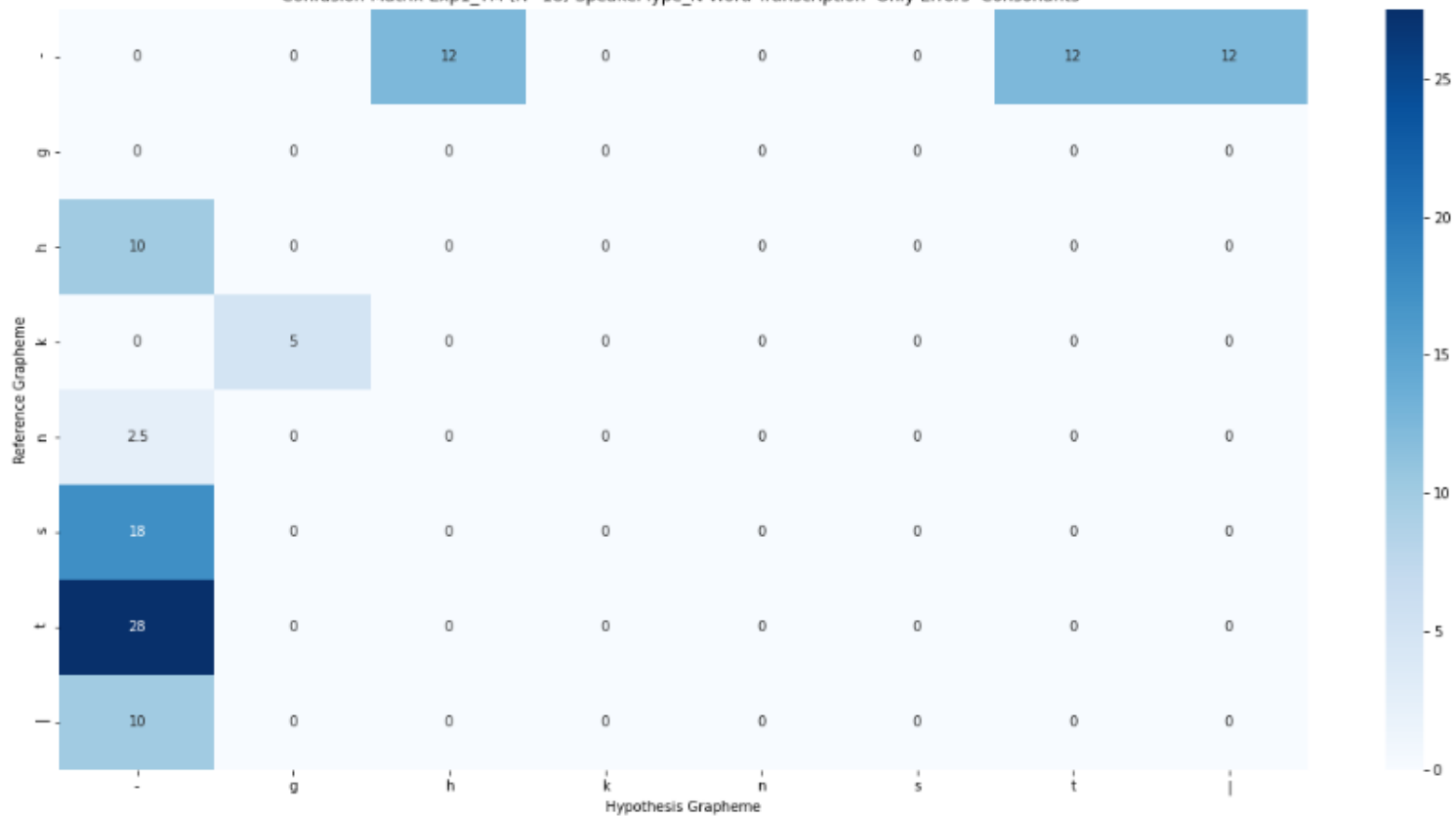
Confusion Matrix Exp1_TM (N=18) SpeakerType_D Word Transcription Only Errors Vowels Normalized



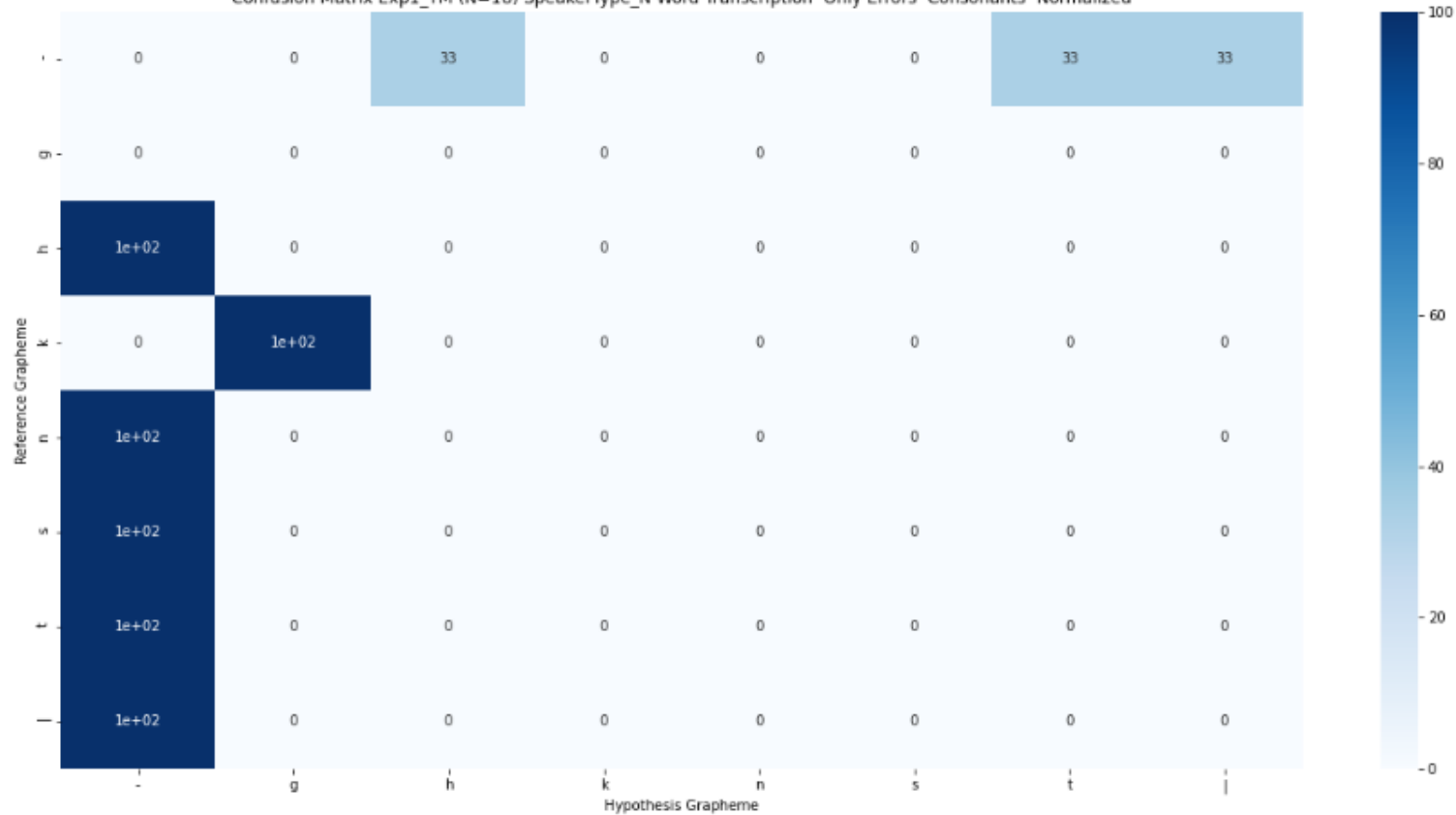


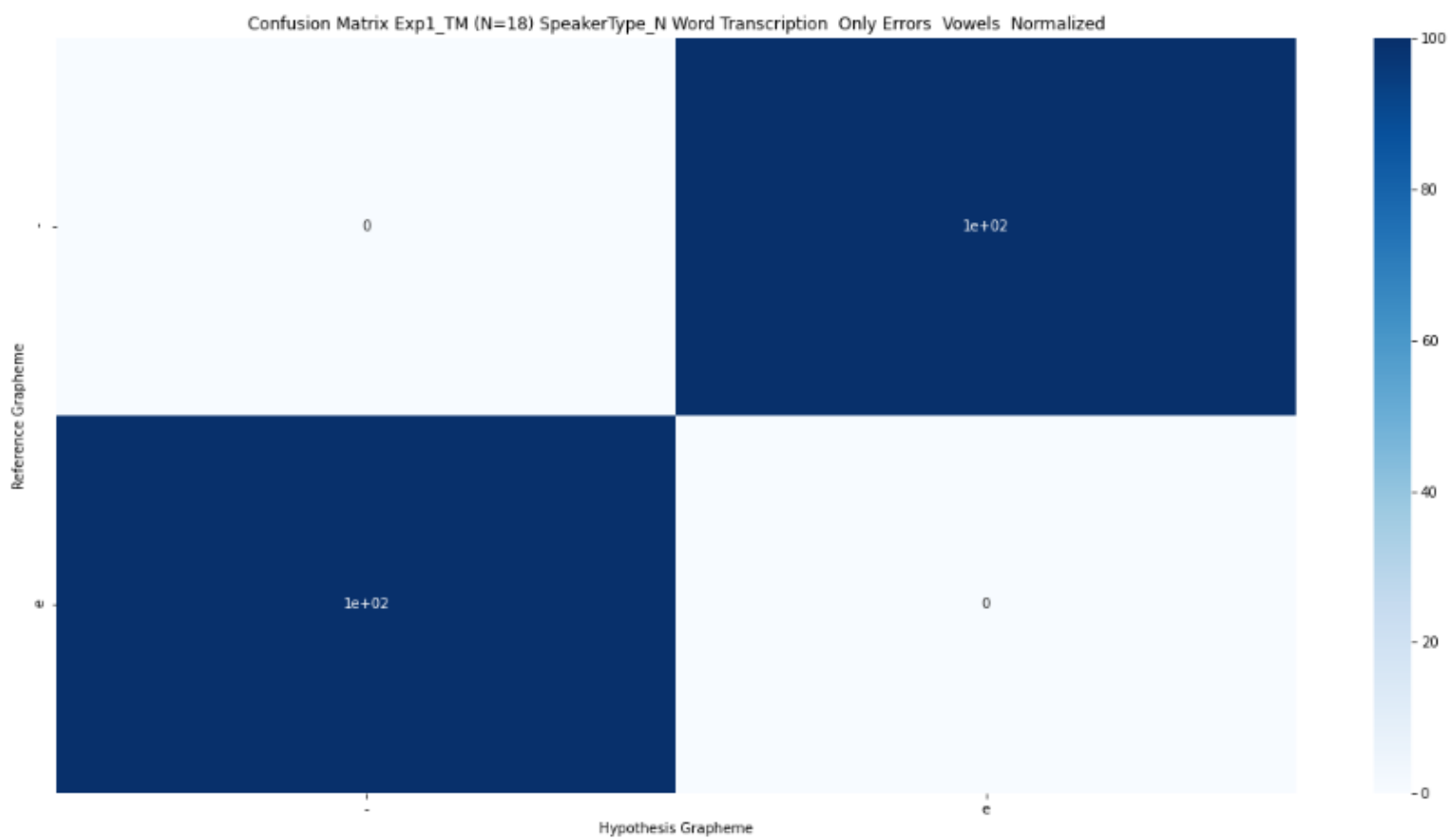
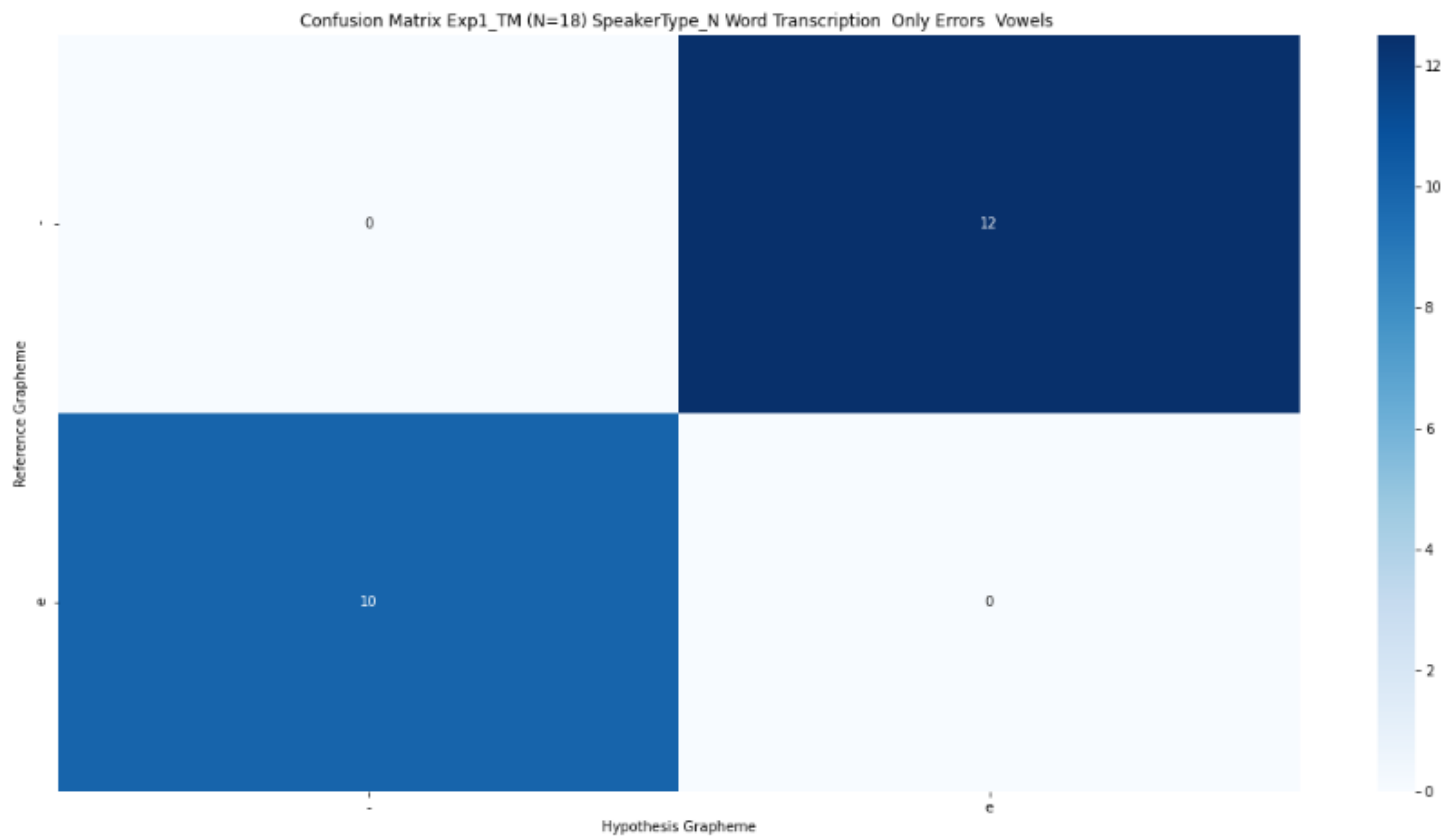


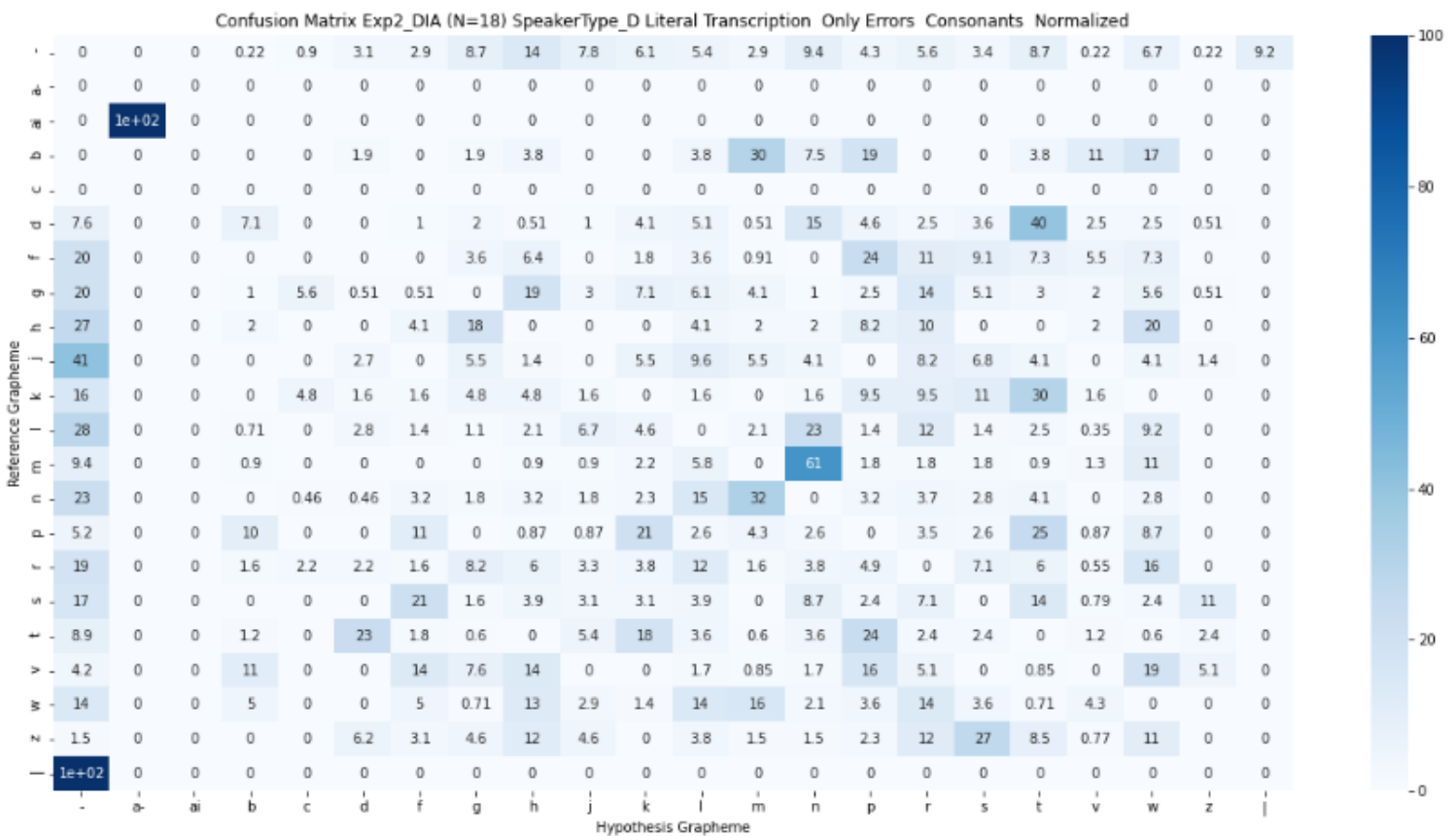
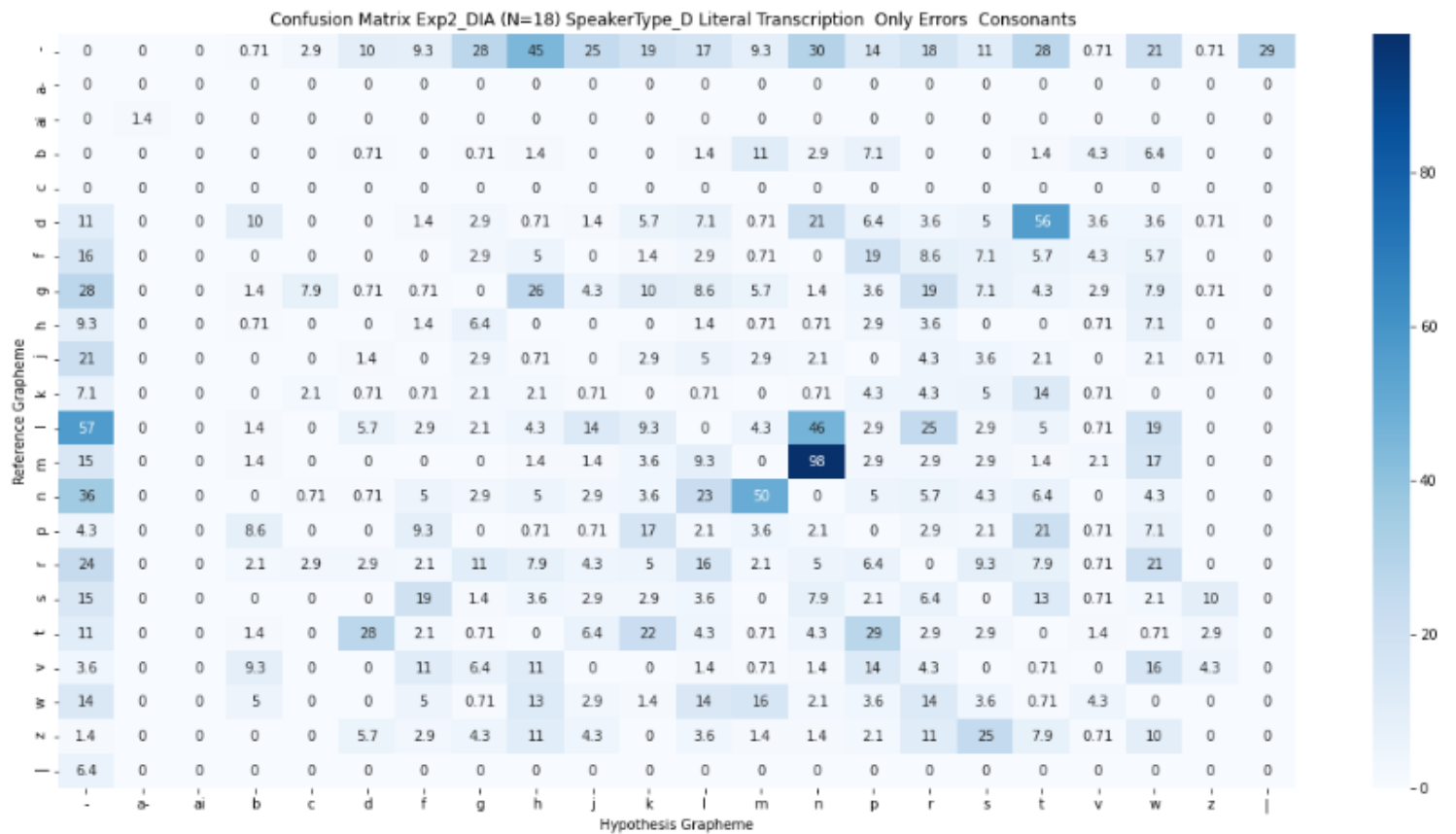
Confusion Matrix Exp1_TM (N=18) SpeakerType_N Word Transcription Only Errors Consonants

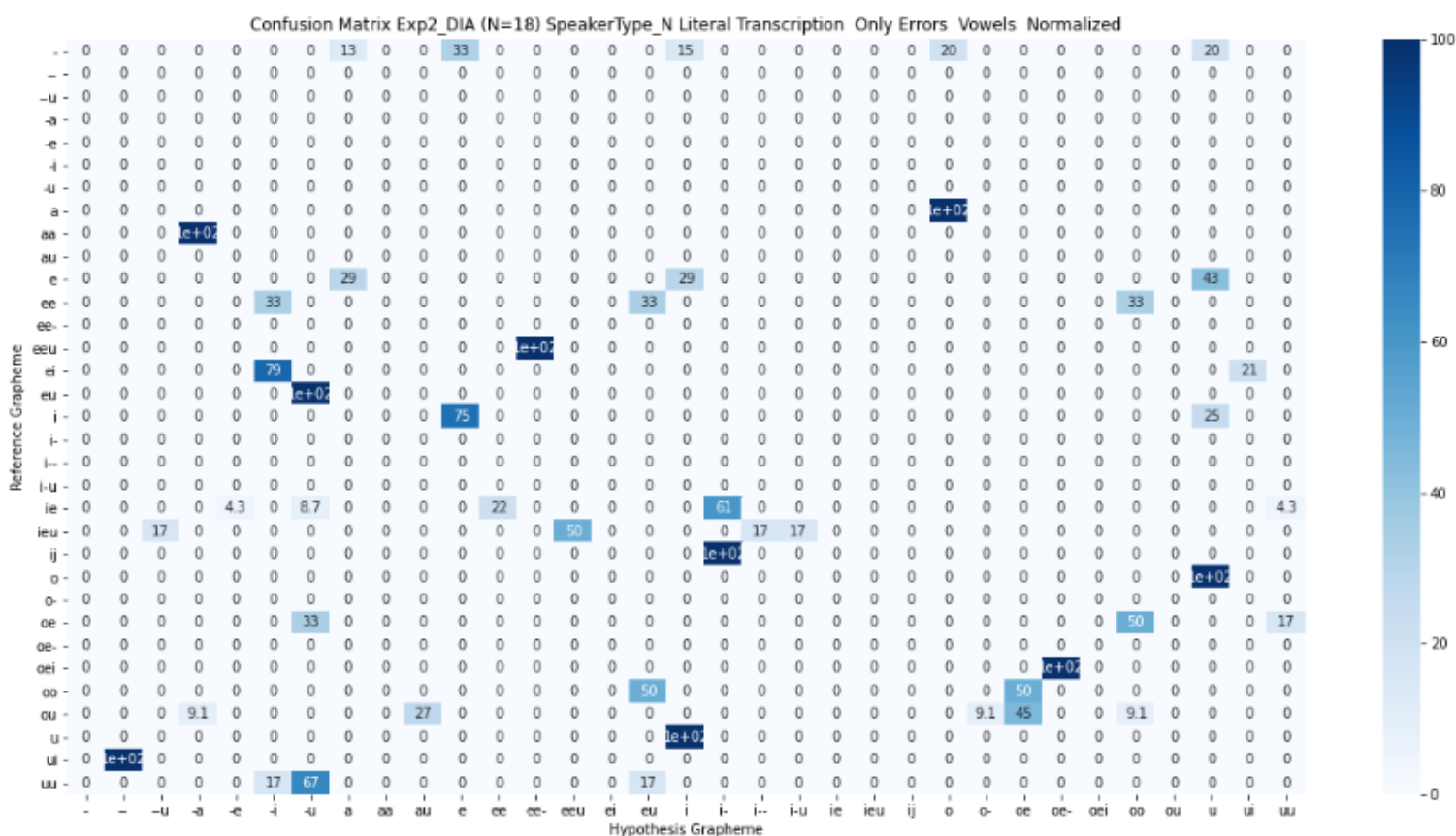
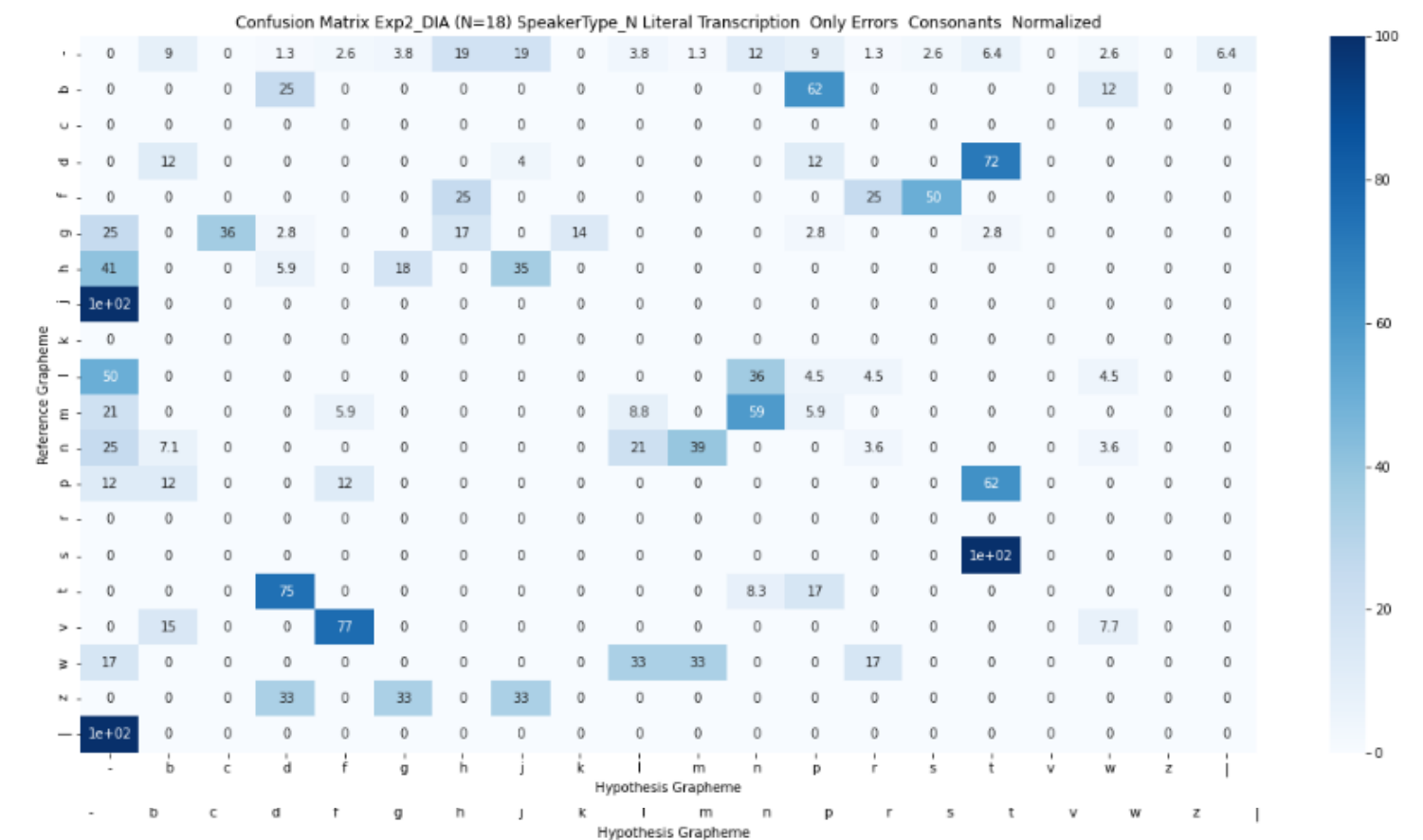


Confusion Matrix Exp1_TM (N=18) SpeakerType_N Word Transcription Only Errors Consonants Normalized









3. Analyses

Eerste analyse: Globale analyse

Voor de analyse werden verschillende vergelijkingen gemaakt om conclusies te kunnen trekken over de bestaande data van experiment 1 en 2 (Antwerp data). Voor het onderhavige onderzoek is gekeken naar de verschillen tussen de groepen (dysartrie vs. controle), tussen het type uitingen (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2)). Bij de vergelijking tussen het type uitingen wordt slechts alleen gekeken naar de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans). Tot slot is gekeken naar de verschillen tussen de transcriptie vormen (betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)). De gehele analyse geeft antwoord op hoofdvraag 1. Per conditie wordt aangegeven welke deelvraag erbij hoort. De analyse is opgezet aan de hand van de volgende condities:

1. Experiment 1: Alle dysartrische sprekers, WTrans (betekenisvolle woorden)
2. Experiment 1: Alle dysartrische sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
3. Experiment 2: Alle dysartrische sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
4. Experiment 1: Alle gezonde sprekers, WTrans (betekenisvolle woorden)
5. Experiment 1: Alle gezonde sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)
6. Experiment 2: Alle gezonde sprekers, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden)

Wanneer conclusies werden getrokken uit de verschillende *confusion matrices* zijn de onderstaande vergelijkingen gemaakt om de verschillen tussen ‘groep’, ‘type uitingen’ en ‘vorm transcriptie’ nader te bekijken.

Groep (deelvraag 1a)

Dysartrie groep vs. controlegroep

- ❖ Conditie 1 vs. Conditie 4
- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 5
- ❖ Conditie 3 vs. Conditie 6

Voor deze vergelijking is slechts alleen gekeken naar de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. De absolute waarden geven meer inzicht in het aantal gemaakte deviaties.

Type uitingen (wel/zonder contextuele informatie (deelvraag 1b))

Betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2). Hierbij wordt er slechts alleen gekeken naar de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 3
- ❖ Conditie 5 vs. Conditie 6

Voor deze vergelijking is gekeken naar de genormaliseerde *confusion matrices*. Normalisatie is handig, omdat de uitlijningen van grafemen die niet hetzelfde zijn op deze manier beter zichtbaar worden. De niet-genormaliseerde *confusion matrices* zijn voor nu niet meegenomen om de vergelijking te maken.

Vorm transcriptie (deelvraag 1c)

Binnen experiment 1 waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie zijn beoordeeld: betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

- ❖ Conditie 1 vs. Conditie 2 (dysartrie)
- ❖ Conditie 4 vs. Conditie 5 (controle)

Voor deze vergelijking is tevens gekeken naar de genormaliseerde *confusion matrices*. Normalisatie is handig, omdat de uitlijningen van grafemen, die niet hetzelfde zijn op deze manier beter zichtbaar worden. De niet-genormaliseerde *confusion matrices* zijn voor nu niet meegenomen om de vergelijking te maken.

Tweede analyse: Nadere analyse

Deze eerdergenoemde vergelijkingen zijn bekeken op een globaal niveau. Vervolgens was het van belang om deze vergelijkingen met meer diepgang te gaan bekijken. De hoofdvergelijkingen zijn nader bekeken om meer data tegen elkaar uit te kunnen zetten. Hier zijn nieuwe conclusies uit voort gekomen. Bij de globale analyse is voor de vergelijking van type spreker (dysartrie vs. controle) gekeken naar de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. Voor de andere twee vergelijkingen (type uitingen en vorm transcriptie) is gekeken naar de genormaliseerde *confusion matrices*. Voor alle *confusion matrices* is een normalisatie toegepast omdat het aantal proefpersonen per groep zover uiteen lagen dat het niet adequaat was geweest om hier harde conclusies uit te trekken. Deze normalisatie maakt dat wel mogelijk (absolute waarden van alle sprekers x 10/ het aantal sprekers) Deze nieuwe ‘averaged’ *confusion matrices* werden vervolgens gebruikt voor de verdere analyse. De gehele analyse geeft antwoord op hoofdvraag 1. Per conditie wordt aangegeven welke deelvraag erbij hoort. De volgende vergelijkingen werden nader geanalyseerd:

Binnen de groep (deelvraag 1a)

Er wordt gekeken binnen de twee groepen

- ❖ Dysartrie
 - Vocalen (conditie 1,2 en 3)
 - Consonanten (conditie 1, 2 en 3)
- ❖ Controle
 - Vocalen (conditie 4, 5 en 6)
 - Consonanten (conditie 4, 5 en 6)

Tussen de groepen (deelvraag 1a)

Daarnaast werd gekeken naar deze vergelijkingen tussen de twee groepen → Dysartrie groep vs. Controlegroep

- ❖ Conditie 1 vs. conditie 4 (exp 1)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant
- ❖ Conditie 2 vs. conditie 5 (exp 1)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant
- ❖ Conditie 3 vs. conditie 6 (exp 2)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant

Type uitingen (wel/zonder contextuele informatie (deelvraag 1b))

Betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2). Hierbij wordt er slechts alleen gekeken naar de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans). Hierdoor

krijg je de volgende vergelijking: Experiment 1 (betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) vs. Experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))).

- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 3 (dysartrie)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant
- ❖ Conditie 5 vs. Conditie 6 (controle)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant

Vorm transcriptie (deelvraag 1c)

Binnen experiment 1 waarbij betekenisvolle woorden met contextuele informatie zijn beoordeeld: betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

- ❖ Conditie 1 vs. Conditie 2 (dysartrie)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant
- ❖ Conditie 4 vs. Conditie 5 (controle)
 - Vocaal vs. Vocaal
 - Consonant vs. Consonant

4. Beschrijvingen resultaten analyses

In deze bijlage staan samengevatte beschrijvingen van de resultaten beschreven. Alle waarden uit de bekeken *confusion matrices* zijn in verschillende documenten onder elkaar gezet. Op die manier was per conditie/groep (dysartrie- en controlegroep) zichtbaar welke deviaties er voorkwamen. Deze bevindingen zijn naast elkaar gelegd aan de hand van de verschillende opgezette analyses. Dit is gedaan om zo antwoorden te krijgen op de opgestelde deelvragen 1a t/m 1c. Van deze bevindingen zijn samenvattingen gemaakt. Deze samenvattingen zijn gemaakt tijdens de dataverzameling. Dit is per analyse beschreven. Deze beschrijvingen waren bij de eerste analyse een leidraad voor het opzetten van de tweede analyse. Deze beschrijvingen geven meer informatie over kwalitatieve resultaten dan in het daadwerkelijke verslag is toegelicht. Gezien de hoeveelheid data is er bewust voor gekozen om in dit verslag slechts alleen conclusies van deze analyses te vermelden. Alle analyses geven antwoord op hoofdvraag 1 en geven daarbij aan dat *confusion matrices* gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen in patronen in deviaties in dysartrische en gezonde spraak. Per conditie wordt aangegeven welke deelvraag erbij hoort.

4.1 Beschrijvingen eerste analyse

Groep: Dysartrie groep vs. Controlegroep (deelvraag 1a)

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices: **Conditie 1 vs. Conditie 4 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1))**. Om deze vergelijking te maken is gekeken naar de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. De absolute waarden zijn beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

Consonanten

Kijkend naar de inserties (foutief toevoegen van een grafeem) was te zien dat de dysartrie groep over het algemeen meer inserties maakt ten opzichte van de controlegroep. Dit was te zien wanneer beide niet-genormaliseerde *confusion matrices*, waarin is gekeken naar de consonanten, met elkaar werden vergeleken. De dysartrie groep maakte inserties bij maar liefst 14 klanken (c, d, j, k, l, g, m, v, w, n, r, s en t) terwijl de controlegroep dit bij 5 klanken deed (h, l, n, s en t). Echter, er is te zien dat zowel de /l/, de /s/ als /t/ bij beide groepen foutieve inserties als gevolg hadden.

Dit was ook te zien bij de deleties/omissies (het foutief weglaten van grafemen). De dysartrie groep maakte aanzienlijk meer deleties dan de controlegroep, wat ook te verwachten valt. De dysartrie groep deed dit bij 18 grafemen (b, c, w, d, s, f, p, g, h, j, k, n, r, s, t, v, z, l) terwijl de controlegroep dit bij 5 grafemen (h, l, n, s, t,) deed. Bij de eerdergenoemde grafemen uitgezonderd van de h, l, n, s en t, hadden dit deleties als gevolg.

Tevens kwamen er bij de dysartrische spraak meer problemen voor bij het scheiden van twee woorden dan de normale spraak gezien de pipeline weergegeven als een ‘|’ in de *confusion matrices* vaker voorkwam bij zowel de inserties als deleties. De pipeline kwam bij de dysartrie groep 48 keer voor bij de inserties en 9 keer voor bij de deleties. Dit was bij de controlegroep 5 keer het geval en bij de inserties en 4 keer het geval bij de deleties. Tot slot kwam in deze conditie het aantal substituties waarbij een grafeem werd vervangen door een ander grafeem, vaker voor bij de dysartrie groep dan bij de controlegroep. Dit valt ook te verwachten gezien deze sprekers door de articulatiestoornis worden belemmerd om verstaanbaar te articuleren. Grafemen als de t, r, s, k, v en l hadden met name een substitutie

als gevolg. De controlegroep liet alleen een substitutie zien bij de /k/. De /k/ werd net als bij de dysartrie groep vervangen door een /g/.

De genormaliseerde *confusion matrices* werden niet gebruikt om vergelijkingen te maken in type sprekers gezien het design van de experimenten. Er zijn namelijk verschillende woorden voor elke spreker waarbij de beoordelaars verschillende dingen op kunnen schrijven voor hetzelfde doelwoord. De absolute waarde is daarom beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

Vocalen

Bij de vocalen was te zien dat er bij de dysartrische spraak meer deviaties voorkwamen ten opzichte van de controlegroep. Wederom was dit wat werd verwacht gezien de aard van de articulatiestoornis. De dysartrie groep voegde in totaal 5 klanken toe waarbij met name het grafeem /ai/ werd toegevoegd. De controlegroep maakte slechts bij alleen het grafeem /e/, inserties. Het is belangrijk om te vermelden dat het maximaal aantal fouten van deze *confusion matrices* ver uit elkaar liggen. Het maximaal aantal gemaakte fouten bij de confusion matrix van de dysartrie groep bedroeg het aantal van 50 fouten, terwijl dit voor de controlegroep een maximaal aantal fouten van 5 bedroeg. De controlegroep voegden in 100% van de gevallen een /e/ toe, net als de /ai/ in 100% van de gevallen werd toegevoegd bij de dysartrie groep. De deleties kwamen tevens voor bij de /e/ bij zowel de controlegroep als de dysartrie groep. Echter, is het opvallend dat het hebben van een dysartrie tot meer deleties leidt ten opzichte van maken van inserties. De deleties kwamen voor bij 10 grafemen. Bij de controlegroep kwam dit alleen voor bij de /e/. Tevens kwamen er bij de dysartrische spraak meer problemen voor bij het correct produceren van vocalen gezien het aantal substituties die werden gemaakt. Van alle vocalen werd de /aa/ het vaakst vervangen door een /a/. Dit kwam maar liefst 17 keer voor. Bij de controlegroep was geen sprake van substituties bij de vocalen.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices: **Conditie 2 vs. Conditie 5 (exp 1)**. Om deze vergelijking te maken is gekeken naar de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. De absolute waarde zijn beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

Consonanten

Bij de dysartrische spraak kwamen er meer deviaties voor. Tevens kwamen er meer problemen voor bij het scheiden van twee woorden dan normale spraak gezien de pipeline vaker voorkwam bij zowel de inserties als deleties dan het aantal inserties/deleties bij de controlegroep. Bij de dysartrie groep kwamen er bij 16 consonanten inserties voor, waarbij de /h/ het vaakst werd toegevoegd in de hypothesis. Dit stond echter niet in de reference. Bij de gezonde spraak kwamen er overduidelijk minder problemen voor bij deze processen. Zij lieten slechts alleen inserties zien bij de /h/ en de /t/. Hieruit leken beide groepen moeite te hebben met de /h/. Dit is bij de dysartrie groep echter in een veel grotere mate te zien. De deleties kwamen in deze conditie ook vaker voor bij de dysartrie groep dan bij de controlegroep. Bij de dysartrie groep werden er 16 grafemen weggelaten in de transcriptie terwijl die wel waren te zien in de reference. Bij de controlegroep waren dit er 5, namelijk bij de h, n, r, s en de t. Deze 5 grafemen werden met een hoge frequentie weggelaten bij de dysartrie groep. In deze conditie (transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (Ltrans)) is het aantal substitutiefouten bij de dysartrie groep opmerkelijk in vergelijking met de controlegroep. Er werden bij deze conditie veel substituties gemaakt waarbij het maximaal aantal fouten 125 fouten bedroeg. Bij de controlegroep lag het maximaal aantal fouten bij de 14.

Vocalen

Hetzelfde patroon was ook te zien bij de vocalen. Wel moet vermeld worden dat het aantal fouten bij de consonanten beduidend meer waren dan het aantal gemaakte fouten bij de vocalen. Dit geldt voor beide groepen. Ook bij deze vergelijking moet wel rekening worden gehouden bij het interpreteren van de gegevens. Het maximaal aantal fouten is per *confusion matrix* verschillend.

De genormaliseerde *confusion matrices* werden niet gebruikt om vergelijkingen te maken in type sprekers gezien het design van de experimenten. Er zijn namelijk verschillende woorden voor elke spreker waarbij de beoordelaars verschillende dingen op kunnen schrijven voor hetzelfde doelwoord. De absolute waarde is daarom beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices: **Conditie 3 vs. Conditie 6 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2))**. Om deze vergelijking te maken is gekeken naar de niet-genormaliseerde *confusion matrices*. De absolute waarde zijn beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

Consonanten

Bij de dysartrische spraak kwamen er meer problemen voor bij het selecteren van de juiste klanken gezien het aantal gemaakte inserties, deleties en substituties. Tevens kwamen er meer problemen voor bij het scheiden van twee woorden dan normale spraak gezien de pipeline vaker voorkwam bij zowel de inserties als deleties dan het aantal inserties/deleties bij de controlegroep. De dysartrie groep maakte bij 18 grafemen inserties terwijl dit bij de controlegroep bij 14 grafemen voorkwam. Hierin is al wel te zien dat de controlegroep meer fouten maakt bij experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie) waarbij het ging om 3 subtesten van de DIA (alleen pseudowoorden) dan bij experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie). Bij de dysartrie groep werden er maximaal 140 fouten gemaakt, bij de controlegroep waren dit er 20. De /h/ werd bij beide groepen het vaakst toegevoegd in de hypothesis. Kijkend naar de deleties werden bij de controlegroep 8 grafemen weggelaten in de hypothesis. Dit was de helft meer bij de dysartriegroep. De /l/ werd bij beide groepen het vaakst weggelaten. Bij de dysartrische spraak kwamen er ook meer deviaties voor bij dit experiment. Bij de dysartrie groep werd de /m/ in 140 keer vervangen door een /n/. Bij de controlegroep werd de /l/ 20 keer vervangen door een /n/.

Vocalen

Bij de vocalen was te zien dat zowel de dysartrie- als controlegroep 5 grafemen toevoegden in de hypothesis (inserties). De a, o en u werden door beide groepen toegevoegd. De dysartrie groep voegden ook de /ee/ en de /i/ toe terwijl de controlegroep nog de /e/ en /ie/ toevoegden. Echter, is ook hier weer het gegeven dat het maximaal aantal gemaakte fouten per confusion matrix verschillend is. Bij de dysartrische spraak waren er beduidend meer deleties te zien dan de controlegroep. Ook was het aantal substituties bij dysartrie groep vele malen hoger.

De genormaliseerde *confusion matrices* werden niet gebruikt om vergelijkingen te maken in type sprekers gezien het design van de experimenten. Er zijn namelijk verschillende woorden voor elke spreker waarbij de beoordelaars verschillende dingen op kunnen schrijven voor hetzelfde doelwoord. De absolute waarde is daarom beter bruikbaar wanneer type sprekers met elkaar worden vergeleken.

Type uitingen (wel/zonder contextuele informatie (deelvraag 1b))

Betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2). Bij deze vergelijking is er slechts alleen gekeken naar de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

Experiment 1, betekenisvolle woorden met contextuele informatie: Voor elke spreker werden er 4 uitingen beoordeeld door de beoordelaars, dit werd gedaan door middel van de VAS en een orthografische transcriptie (OT). In experiment 1 werden beide vormen van transcriptie gebruikt voor de OT-taak, LTrans (betekenisvolle-/pseudowoorden) en WTrans (betekenisvolle woorden).

Experiment 2, betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie: Drie subtesten van de DIA werden afgenomen. De subtesten includeerde ook pseudowoorden waardoor de LTrans de enige variant was bij experiment 2 voor de OT-taak.

Voor de vergelijking van de transcriptie taak bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) tussen de twee experimenten is gebruik gemaakt van de genormaliseerde confusion matrices. Normalisatie is handig, omdat de uitlijningen van grafemen die niet hetzelfde zijn op deze manier beter zichtbaar worden. De niet-genormaliseerde *confusion matrices* zijn voor nu niet meegenomen om de vergelijking te maken.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van genormaliseerde matrices, dysartrie groep: **Conditie 2 vs. Conditie 3 (transcriptie bestaand uit betekenisvolle-pseudowoorden (LTrans))**

Consonanten

Bij de dysartrische spraak kwamen er meer deviaties voor bij het selecteren van de juiste klanken gezien het aantal gemaakte inserties, deleties en substituties. Tevens kwamen er meer problemen voor bij het scheiden van twee woorden dan normale spraak gezien de pipeline vaak voorkwam bij zowel de inserties als deleties. Wanneer het aantal inserties, deleties en substituties tussen de experimenten met elkaar werden vergeleken was te zien dat het aantal inserties bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie hoger lag in vergelijking met betekenisvolle woorden met contextuele informatie. Bij de uitingen zonder contextuele informatie kwamen er 18 inserties voor waarbij de /h/ in 14% van de gevallen werd toegevoegd. De /h/ het vaakst werd toegevoegd en te zien was in de hypothesis. Bij de uitingen met contextuele informatie kwamen er in 16 insertiefouten voor waarbij de /n/ in 15% van de gevallen werd toegevoegd. De /n/ werd het vaakst toegevoegd en was tevens te zien in de hypothesis. Het aantal deletie fouten was nagenoeg gelijk tussen uitingen met en zonder contextuele informatie. De /j/ en /l/ waren bij beide experimenten het vaakst toegevoegd. Bij de pipeline was te zien dat het tussen de type uitingen gelijk voor de deleties. Bij de uitingen zonder contextuele informatie kwamen beduidend meer substituties voor dan bij de uitingen zonder contextuele informatie.

Vocalen

De resultaten zijn nagenoeg hetzelfde als bij de consonanten. Het aantal inserties was nagenoeg hetzelfde tussen het type uitingen. Het aantal deleties was tevens gelijk tussen de twee type uitingen (met of zonder contextuele informatie) al waren de percentages bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie hoger dan bij de uitingen met contextuele

informatie. Tot slot kwamen er bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie net als bij de consonanten beduidend meer substitutie fouten voor.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van genormaliseerde matrices, controlegroep: **Conditie 5 vs. Conditie 6 (transcriptie bestaand uit betekenisvolle-pseudowoorden (LTrans))**

Consonanten

Wanneer type uitingen (betekenisvolle woorden met contextuele informatie en pseudowoorden zonder contextuele informatie) met elkaar werden vergeleken was te zien dat er bij de gezonde sprekers meer insertie en deletie fouten voorkwamen bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie. Bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie waren het aantal percentages beduidend hoger dan bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie. Bij de pipeline was te zien dat het tussen de type uitingen gelijk was als het gaat om het aantal deleties.

Vocalen

Bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie kwamen er minder inserties voor dan bij pseudowoorden zonder contextuele informatie. Het aantal deleties waren gelijk aan elkaar. Bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie kwamen er geen substituties voor bij de gezonde sprekers. Bij de pseudowoorden zonder contextuele informatie was dit wel het geval.

Vorm transcriptie: betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) (deelvraag 1c) (binnen experiment 1)

WTrans: betekenisvolle woorden

LTrans: betekenisvolle woorden + pseudowoorden

Voor de vergelijking van vormen transcripties van de OT-taak is gebruik gemaakt van de genormaliseerde confusion matrices. Normalisatie is handig, omdat de uitlijningen van grafemen die niet hetzelfde zijn op deze manier beter zichtbaar worden. De niet-genormaliseerde *confusion matrices* zijn voor nu niet meegenomen om de vergelijking te maken.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van genormaliseerde, dysartrie groep: **Conditie 1 vs. Conditie 2 (betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))**

Consonanten

Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) kwamen zoals verwacht minder inserties en deleties voor dan de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) bij de dysartriegroep. De pipeline bij de deleties kwamen bij beide condities in dezelfde mate voor, namelijk in 100% van de gevallen. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden kwamen minder pipeline problemen voor bij de inserties dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden kwamen meer substituties voor dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden.

Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden kwam de substitutie waarbij de /k/ werd vervangen door de /g/, in 52% van de gevallen voor. Deze substituties kwamen

ook voor bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden maar slechts in 30% van de gevallen. Deze substitutie kwam bij beide condities het vaakst voor.

Vocalen

Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans) kwamen minder inserties voor bij de vocalen van gezonde sprekers dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans). Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden werd de /e/ in 49% van de gevallen toegevoegd. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden kwamen meer substituties voor dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden kwamen meer deleties voor dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden werd de /e/ in 82% van de gevallen weggelaten in de hypothesi.

- ❖ Confusion matrix: Consonanten/vocalen en diftongen van genormaliseerde matrices, controlegroep: **Conditie 4 vs. Conditie 5 ((betekenisvolle woorden (Wtrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))**

Consonanten

Het aantal inserties en deleties was bij beide condities gelijk, dit was ook bij de pipelines te zien. Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) kwamen meer substituties voor dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans).

Vocalen

Bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) kwamen meer inserties voor dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans). Qua deleties en substituties is het niet verschillend tussen beide condities.

4.2 Beschrijvingen tweede analyse

Groep: Dysartrie (deelvraag 1a)

Vocalen

- ❖ Conditie 1: Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), dysartrie, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde, transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans)

Conclusie: Inserties/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /e/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Tevens was te zien dat de vaak voorkomende grafemen vaak werden toegevoegd. De diftongen werden geen enkele keer toegevoegd in de hypothesis. Daarnaast was te zien bij de deleties dat de /e/ het vaakst niet werd genoteerd in de hypothesis. Dit is een opmerkelijk gegeven aangezien er naar voren kwam dat de /e/ het vaakst werd toegevoegd (insertie). Tevens was te zien dat de dezelfde grafemen zowel werden toegevoegd als weggelaten.

Conclusie: Substituties: Uit de *confusion matrices* was te zien dat de substitutie waarbij de /aa/ werd vervangen door de /a/ het vaakst voorkwam. Wat ook opvallend was wanneer werd gekeken naar de grafemen waarbij er inserties en deleties voorkwamen, dit ook de grafemen zijn waarbij substituties voorkwamen. Bij de volgende grafemen komen substituties voor: /ei/, /ij/, /o/, /uu/, /io/, /oe/, /ie/, /u/, /aa/, /a/ en de /i/.

- ❖ Conditie 2: Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), dysartrie, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Inserties/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /e/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Tevens was te zien dat de vaak voorkomende grafemen vaak werden toegevoegd. De diftongen werden geen enkele keer toegevoegd in de hypothesis. Daarnaast was te zien bij de deleties dat ook de /e/ het vaakst niet werd genoteerd in de hypothesis. Dit is een opmerkelijk gegeven aangezien er eerder was vastgesteld dat de /e/ het vaakst werd toegevoegd (insertie). Tevens was te zien dat de dezelfde grafemen zowel werden toegevoegd als weggelaten. Hieruit kwam naar voren dat de dysartrie groep met name moeite heeft met de /a/, /e/, /i/, /o/ en de /u/, deze werden zowel toegevoegd als weggelaten in de hypothesis. De /y/ werd overigens wel toegevoegd terwijl dit niet het geval was bij de deleties. Het aantal deleties/inserties kwamen het vaakst voor bij de /e/. De /aa/, /ei/, /ie/, /ij/ en /uu/ werden bovendien niet genoteerd maar in veel mindere mate dan de vocalen. De /ij/ werd het vaakst niet genoteerd van de diftongen. De eerdergenoemde vocalen werden dus vaker toegevoegd en weggelaten dan de genoemde diftongen. De /ie/ werd het vaakst weggelaten in de hypothesis.

Conclusie: Substituties: Uit de beschreven analyse komt naar voren dat de substitutie waarbij de /aa/ werd vervangen door de /e/ het vaakst voorkwam. Wat ook opvallend is wanneer werd gekeken naar de grafemen waarbij er inserties en deleties voorkwamen, dit ook de grafemen zijn waarbij substituties voorkwamen. De diftongen /oi/ en /oe/ werden aan dit rijtje toegevoegd. Bij de volgende grafemen komen substituties voor: /ei/, /ij/, /o/, /uu/, /io/, /oe/, /ie/, /u/, /aa/, /a/, /e/ en de /i/. Deze bevindingen zijn gelijk aan die van conditie 2.

- ❖ **Conditie 3: Experiment 2** (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie), dysartrie, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

Conclusie: Inserties/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /e/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Tevens was te zien dat de vaak voorkomende grafemen vaak werden toegevoegd. De diftongen werden geen enkele keer toegevoegd in de hypothesis. Daarnaast was te zien bij de deleties dat de /o/ het vaakst niet werd genoteerd in de hypothesis. Tevens was te zien dat de dezelfde grafemen zowel werden toegevoegd als weggelaten in de hypothesis. Hieruit kwam naar voren dat de dysartrie groep met name moeite heeft met de /a/, /e/, /i/, /ie/, /o/ en de /u/, deze werden zowel toegevoegd als weggelaten in de hypothesis. De /eu/, /oe/ en /uu/ werden bovendien niet genoteerd maar in veel mindere mate dan de vocalen. Alle drie de diftongen werden even vaak niet genoteerd, namelijk 0.71 keer. De eerdergenoemde vocalen werden dus vaker toegevoegd en weggelaten dan de genoemde diftongen.

Conclusie: Substituties: Uit deze tabel kwam naar voren dat substitutie waarbij de /ie/ werd vervangen door de /i-/ het vaakst voorkwam. Bij de volgende grafemen komen substituties voor: /ieu/, /ee/, /uu/, /aai/, /ij/, /oo/, /oe/, /aa/, /ie/, /oei/, /ui/, /ei/, /eu/, /oi/, /eeu/, /ou/, /au/, /a/, /e/, /i/, /u/ en de /o/.

Consonanten

- ❖ **Conditie 1: Experiment 1** (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), dysartrie, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans)

Conclusie: Inserties/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /n/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Hier was tevens te zien dat vrijwel elke consonant werd toegevoegd, dit gebeurde bij een enkele niet (/b/, /f/ en /p/). Bij de deleties was hetzelfde patroon te zien, bij vrijwel alle grafemen uitgezonderd van de /b/, /c/ en /w/ kwamen deleties voor. De /b/ werd zowel toegevoegd als weggelaten in dit geval. De /t/ werd het vaakst weggelaten in de hypothesis.

Conclusie: Substituties: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat de substitutie waarbij de /k/ werd vervangen door de /g/ het vaakst voorkomt. Bij de volgende grafemen kwamen substituties voor: /p/, /t/, /v/, /z/, /s/, /f/, /l/, /m/, /n/, /k/, /j/, /r/, /d/ en de /h/.

- ❖ **Conditie 2: Experiment 1** (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), dysartrie, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Inserties/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /n/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Dit was ook te zien bij conditie 1. Hier was tevens zien dat vrijwel elke consonant werd toegevoegd, dit gebeurde bij een enkele niet (/io/, /c/, /p/, en /o/). Dit was één insertie meer dan was te zien bij conditie 1. Bij de deleties was hetzelfde patroon te zien, bij vrijwel alle grafemen uitgezonderd van de /io/, /-o/, /b/, /c/ en /w/ kwamen deleties voor. De /c/ werd zowel toegevoegd als weggelaten in dit geval. De /r/ werd het vaakst weggelaten in de hypothesis. Dit was verschillend in vergelijking met conditie 1.

Conclusie: Substituties: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat de substitutie waarbij de /k/ werd vervangen door de /g/ het vaakst voorkwam. Bij de volgende grafemen kwamen substituties voor: /p/, /t/, /v/, /z/, /s/, /f/, /l/, /m/, /n/, /k/, /j/, /r/, /d/, /g/, /io/ en de /h/. Bij vier consonanten (/b/, /c/, /-o/ en de /w/) kwamen er geen substituties voor. Deze bevindingen kwamen overeen met de bevindingen gevonden in conditie 1.

- ❖ Conditie 3: Experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie), dysartrie, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans).

Conclusie: Insertie/deleties: Bij de inserties was te zien dat de /h/ het vaakst werd toegevoegd door de dysartriegroep. Dit was ook te zien bij conditie 1 en 2. Hier was tevens zien dat vrijwel elk consonant werd toegevoegd, dit gebeurde bij een enkele niet (/ai/ en /a-/). Dit zijn meer inserties in vergelijking met conditie 1 en 2. Bij de deleties was hetzelfde patroon te zien, bij vrijwel alle grafemen uitgezonderd van de /-a/, /ai/ en /c/ kwamen deleties voor. Dit waren ook meer deleties in vergelijking met conditie 1 en 2. De /l/ werd het vaakst weggelaten in de hypothesis. Dit was verschillend in vergelijking met conditie 1 en 2.

Conclusie: Substituties: Bij de beschreven analyse kwam naar voren dat de substitutie waarbij de /m/ werd vervangen door de /n/ het vaakst voorkwam. Bij de volgende grafemen kwamen substituties voor: /p/, /t/, /v/, /z/, /s/, /f/, /l/, /m/, /n/, /k/, /j/, /r/, /d/, /g/, /ia/, /b/, /w/ en de /h/. Bij vier consonanten (/a-/ en de /c/) kwamen er geen substituties voor. De /b/, /ai/ en de /w/ werden toegevoegd aan het rijtje waarbij substituties voorkwamen.

Groep: Controle (deelvraag 1a)

Vocalen

- ❖ Conditie 4: Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), controle, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans)

Conclusie: Insertie/deletie/substituties: De controlegroep had slechts bij één vocaal moeite, namelijk de /e/. Het aantal per insertie/deletie was nagenoeg gelijk maar de /e/ werd 2 keer vaker toegevoegd dan het werd weggelaten. De /e/ werd in alle gevallen (12 keer) toegevoegd en 10 keer weggelaten in de hypothesis. De controlegroep had bij dit experiment waarbij het ging om betekenisvolle woorden geen grafemen die leidde tot substituties.

- ❖ Conditie 5: Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), controle, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Insertie/deletie/substituties: Bij de inserties was te zien dat dit voorkwam bij twee vocalen, de /e/ en de /i/. De /e/ werd in alle gevallen, 12 keer, toegevoegd in de hypothesis. Dit gegeven komt overeen met hetgeen wat werd gezien bij conditie 1. Wanneer qua transcriptie tevens gebruik werd gemaakt van de LTrans transcriptie was te zien dat de /i/ ook werd toegevoegd naast de /e/. Dit kwam 10 keer voor. Bij de deleties was hetzelfde te zien als bij conditie 4. De /e/ werd hier ook 10 keer weggelaten in de hypothesis.

- ❖ **Conditie 6:** Experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie), controle, vocalen en diftongen van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Insertie/deletie: Bij de vocalen /a/, /e/, /i/, /o/ en /u/ kwamen inserties voor. Deze vocalen werden toegevoegd in de hypothesis. Dit kwam bij de /e/ in alle gevallen voor, namelijk 38 keer. De overige vocalen waarbij dit voorkwam zijn vocalen die hoogfrequent zijn en vaak worden gebruikt het schrijven/producen van woorden. Bij experiment 2 was te zien dat er veel meer inserties/deleties voorkwamen in vergelijking met experiment 1. De /ui/ werd als diftong tevens 12 keer weggelaten in de hypothesis. Dit werd aangegeven aan de hand van een ‘double dash’ omdat het gaat om een diftong. Dit kwam bij de eerdere twee condities niet voor.

Conclusie: Substituties: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat de substitutie waarbij de /ie/ werd vervangen door de /i-/ het vaakst voorkomt. Bij de volgende grafemen kwamen substituties voor: /ieu/, /ou/, /ie/, /ee/, /oo/, /uu/, /oei/, /i/, /oe/, /e/, /u/, /a/, /eeu/, /aa/ en de /ei/.

Consonanten

- ❖ **Conditie 4:** Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), controle, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans)

Conclusie: Inserties/deleties/substituties: Bij de consonanten /h/ en /t/ kwamen inserties voor. Deze consonanten werden toegevoegd in de hypothesis. De /h/ en /t/ werden even vaak toegevoegd in de hypothesis, namelijk 12 keer. Bij de deleties was te zien dat de /h/, /n/, /s/ en de /t/ frequent werden weggelaten in de hypothesis. Dit kwam bij de /t/ het vaakst voor, namelijk 28 keer van alle gevallen.

- ❖ **Conditie 5:** Experiment 1 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie), controle, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Inserties/deleties/substituties: Bij de consonanten /h/ en /t/ kwamen inserties voor. Dit waren dezelfde inserties als werd gezien bij conditie 4. Deze consonanten werden toegevoegd in de hypothesis. De /h/ en /t/ werden even vaak toegevoegd in de hypothesis, namelijk 12 keer. Bij de deleties was te zien dat de /h/, /n/, /s/, /r/ en de /t/ frequent werden weggelaten in de hypothesis. Dit kwam bij de /t/ het vaakst voor, namelijk 35 keer van alle gevallen. Naast de /r/ werden dezelfde consonanten weggelaten als bij conditie 4. De /t/ werd bij deze conditie wel vaker weggelaten dan bij conditie 4.

- ❖ **Conditie 6:** Experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie), controle, consonanten van niet-genormaliseerde matrices, transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans)

Conclusie: Inserties/deleties: Vrijwel alle consonanten hadden bij experiment 2, inserties als gevolg. Bij de consonanten /c/, /k/, /v/ en de /z/ was dit niet het geval. Deze vocalen werden toegevoegd in de hypothesis. De /h/ en de /j/ werden in deze conditie het vaakst toegevoegd in de hypothesis, namelijk 38 keer. Dit was verschillend in vergelijking met conditie 4 en 5. Nu werd niet alleen de /h/ vaak toegevoegd maar ook de /j/. Bij de deleties was te zien dat de /w/,

/p/, /j/, /h/, /n/, /m/, /g/ en de /l/ frequent werden weggelaten in de hypothesis. Dit kwam bij de /l/ het vaakst voor, namelijk 28 keer van alle gevallen. Ook deze bevindingen zijn verschillend in vergelijking met conditie 4 en 5.

Conclusie: Substituties: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat de substitutie waarbij de /m/ werd vervangen door de /n/ het vaakst voorkwam. Bij de volgende grafemen kwamen substituties voor: /b/, /d/, /f/, /g/, /h/, /l/, /m/, /n/, /p/, /s/, /t/, /v/, /w/ en de /z/.

Tussen groepen: Dysartrie vs. Controle (deelvraag 1a)

Vocaal dysartrie vs. Vocaal controle

❖ Conditie 1 vs. Conditie 4 (exp 1, WTrans)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. De dysartrische spraak had zoals werd verwacht veel inserties, deleties en substituties als gevolg. De controlegroep had slechts alleen moeite met de /e/, dit zorgden voor enkele inserties en deleties. Daarnaast was er bij de controlegroep geen sprake van substitutieprocessen waarbij een grafeem werd vervangen door een ander grafeem.

❖ Conditie 2 vs. Conditie 5 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1), transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. De dysartrische spraak had zoals werd verwacht veel inserties, deleties en substituties als gevolg. De controlegroep had slechts alleen moeite met de /e/ en de /i/, dit zorgden voor enkele inserties en deleties. Daarnaast was er bij de controlegroep geen sprake van substitutieprocessen waarbij een grafeem werd vervangen door een ander grafeem. Ook bij de vergelijking van deze condities was hetzelfde te zien als eerder dat de dysartrische spraak meer inserties, deleties en substituties laten zien dan de gezonde spraak dat doet.

❖ Conditie 3 vs. Conditie 6 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2), transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. De dysartrische spraak had zoals werd verwacht veel inserties, deleties en substituties als gevolg. De controlegroep had in deze conditie meer moeite met bepaalde grafemen waarbij inserties, deleties en substituties voorkwamen. Dit was echter nog steeds in mindere mate te zien dan bij de dysartrie groep. Ook bij de vergelijking van deze condities werd hetzelfde gezien als eerder. Echter, was wel te zien dat de grafemen waarbij de controlegroep inserties, deleties en substituties lieten zien, dit ook de grafemen waren, waarbij de dysartrie groep tevens inserties, deleties en substituties lieten zien. Al blijft dit bij de controlegroep in mindere mate en bij minder grafemen zichtbaar.

Consonant dysartrie vs. Consonant controle

- ❖ Conditie 1 vs. Conditie 4 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1), transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden (WTrans))

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. Bij de dysartrische spraak kwamen er veel inserties, deleties en substituties voor. De controlegroep had in deze conditie meer moeite met bepaalde grafemen waardoor er inserties, deleties en substituties voorkwamen. Dit was echter nog steeds in mindere mate te zien dan bij de dysartrie groep. Ook wanneer er werd gekeken naar de consonanten was hetzelfde te zien als eerder. Echter, was wel te zien dat de grafemen waarbij de controlegroep inserties, deleties en substituties lieten zien, dit ook de grafemen waren, waarbij de dysartrie groep tevens inserties, deleties en substituties lieten zien. Al blijft dit bij de controlegroep in mindere mate en bij minder grafemen zichtbaar.

- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 5 (betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1), transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. Bij de dysartrische spraak kwamen er veel inserties, deleties en substituties voor. De controlegroep had in deze conditie meer moeite met bepaalde grafemen waardoor er inserties, deleties en substituties voorkwamen. Dit was echter nog steeds in mindere mate te zien dan bij de dysartrie groep. Ook wanneer er werd gekeken naar de consonanten was hetzelfde te zien als eerder. Echter, was wel te zien dat de grafemen waarbij de controlegroep inserties, deleties en substituties lieten zien, dit ook de grafemen waren, waarbij de dysartrie groep tevens inserties, deleties en substituties lieten zien. Al blijft dit bij de controlegroep in mindere mate en bij minder grafemen zichtbaar.

- ❖ Conditie 3 vs. Conditie 6 (betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2), transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans))

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee groepen: Uit de beschreven analyse kwam naar voren dat er een duidelijk verschil te zien was tussen het aantal inserties, deleties en substituties tussen de twee groepen. Bij de dysartrische spraak kwamen er veel inserties, deleties en substituties voor. De controlegroep had in deze conditie meer moeite met bepaalde grafemen waardoor er inserties, deleties en substituties voorkwamen. Dit was echter nog steeds in mindere mate te zien dan bij de dysartrie groep. Ook wanneer er werd gekeken naar de consonanten was hetzelfde te zien als eerder. Echter, was wel te zien dat de grafemen waarbij de controlegroep inserties, deleties en substituties lieten zien, dit ook de grafemen waren, waarbij de dysartrie groep tevens inserties, deleties en substituties lieten zien. Al blijft dit bij de controlegroep in mindere mate en bij minder grafemen zichtbaar.

Type uitingen (wel/zonder contextuele informatie (deelvraag 1b))

Vocaal vs. Vocaal

- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 3 (genormaliseerde matrices)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen waarin de inserties, deleties en substituties voorkwamen bij de vocalen van de dysartrie groep was te zien dat er bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) (drie verschillende DIA-taken) een groter aantal fouten voorkwamen dan werd gezien bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1).

- ❖ Conditie 5 vs. Conditie 6 (genormaliseerde matrices)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen waarin de inserties, deleties en substituties voorkwamen bij de vocalen van de controlegroep was te zien dat er bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) (drie verschillende DIA-taken) een groter aantal fouten voorkwamen dan werd gezien bij de betekenisvolle woorden zonder contextuele informatie (experiment 1).

Consonant vs. Consonant

- ❖ Conditie 2 vs. Conditie 3 (genormaliseerde matrices)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen waarin de inserties, deleties en substituties voorkwamen bij de consonanten van de dysartrie groep was te zien dat er bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) (drie verschillende DIA-taken) een groter aantal fouten voorkwamen dan werd gezien bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1).

- ❖ Conditie 5 vs. Conditie 6 (genormaliseerde matrices)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen waarin de inserties, deleties en substituties voorkwamen bij de consonanten van de controlegroep was te zien dat er bij de betekenisvolle-/pseudowoorden zonder contextuele informatie (experiment 2) (drie verschillende DIA-taken) een groter aantal fouten voorkwamen dan werd gezien bij de betekenisvolle woorden met contextuele informatie (experiment 1).

Vorm transcriptie: betekenisvolle woorden (WTrans) vs. betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) (genormaliseerde matrices, deelvraag 1c)

Vocaal vs. Vocaal

- ❖ Conditie 1 vs. Conditie 2 (dysartrie)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Kijkend naar de vorm van transcriptie werd gezien dat de vorm van transcriptie, betekenisvolle woorden (WTrans) of betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) weinig effect had op het noteren van het aantal inserties, deleties en substituties. Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen zou gezegd kunnen worden dat de beoordelaars bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle

woorden meer fouten noteerde dan wanneer de transcriptie werd genoteerd aan de hand van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Daarnaast was te zien dat het aantal fouten bij de transcriptie bestaand uit de betekenisvolle woorden bij meer verschillende grafemen voorkwamen dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden.

❖ Conditie 4 vs. Conditie 5 (controle)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Kijkend naar de vorm van transcriptie kwam naar voren dat de vorm van transcriptie, betekenisvolle woorden (WTrans) of betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) weinig effect had op het noteren van het aantal inserties, deleties en substituties. Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen zou gezegd kunnen worden dat beoordelaars bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer fouten noteerde dan wanneer de transcriptie werd genoteerd aan de hand van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Daarnaast was te zien dat het aantal fouten bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden bij meer verschillende grafemen voorkwam dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Dit was wederom hetzelfde voor de consonanten als voor de vocalen. Bij deze groep was het aantal inserties en deleties natuurlijk kleiner dan de bij de dysartrie groep, maar ook hier was te zien dat de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer fouten noteerde dan de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden.

Consonant vs. Consonant

❖ Conditie 1 vs. Conditie 2 (dysartrie)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Kijkend naar de vorm van transcriptie kwam naar voren dat de vorm van transcriptie, betekenisvolle woorden (WTrans) of betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) weinig effect had op het noteren van het aantal inserties, deleties en substituties. Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen zou gezegd kunnen worden dat de beoordelaars bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer fouten noteerde dan wanneer de transcriptie werd genoteerd aan de hand de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Daarnaast was er te zien dat het aantal fouten bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden bij meer verschillende grafemen voorkwamen dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Dit was wederom hetzelfde voor de consonanten als voor de vocalen.

❖ Conditie 4 vs. Conditie 5 (controle)

Algehele conclusie vergelijking tussen de twee condities: Kijkend naar de vorm van transcriptie kwam naar voren dat de vorm van transcriptie, betekenisvolle woorden (WTrans) of betekenisvolle-/pseudowoorden (LTrans) weinig effect had op het noteren van het aantal inserties en deleties. Wanneer nauwkeurig werd gekeken naar de aantallen zou gezegd kunnen worden dat beoordelaars bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden meer fouten noteerde dan wanneer de transcriptie werd genoteerd aan de hand van de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden. Daarnaast was te zien dat het aantal fouten bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden bij meer verschillende grafemen voorkwamen dan bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden wanneer werd gekeken naar het aantal inserties en deleties. Echter, was bij deze vergelijking van condities, te zien dat het aantal substituties juist lager was bij de transcriptie bestaand uit betekenisvolle woorden dan wanneer de transcriptie bestaand uit betekenisvolle-/pseudowoorden werd genoteerd.

5. Uitingen gebruikt in experiment 1 en 2

5.1 *Uitingen experiment 1 (betekenisvolle woorden)*

De vier betekenisvolle zinnen in voor experiment 1 zijn geselecteerd uit het Nederlandse fonetisch verhaal ‘Papa en Marloes in het Engels’ bestaande uit negen zinnen:

1. (1) “Papa en Marloes staan op het station.” (TM1, with English translation “Papa and Marloes are at the station.”),
2. (2) “Marloes kijkt naar links.” (TM2, with translation “Marloes looks to the left.”),
3. (3) “In de verte ziet ze de trein al aankomen.” (TM3, with translation “In the distance she can see the train coming.”),
4. (4) “Het is al vijf over drie dus het duurt nog vier minuten.” (TM4, with translation: “It is already five past three so it will take another four minutes.”).

5.2 *Uitingen experiment 2 (betekenisvolle-/pseudowoorden)*

De drie woordlijsten zijn voor dit experiment per spreker verschillend

Dysartrie spreker 1 (D13)

Woordlijst 1: jop, liep, duis, feek, oen, rom, mar, daam, nil, soos, kon, weur, bee, paf, goes, zoon, tuk, hoeft, vout

Woordlijst 2: geef, diep, zoek, daag, jom, peel, zaai, paan, ting, val, boot, lie, roor, toes, zieuw

Woordlijst 3: gul, zit, dot, wook, weun, haan, nuut, voes, muil, woel, ses, teek, out, rijd, mien, dal

Dysartrie spreker 2 (D21)

Woordlijst 1: jop, siep, fuis, deek, zoen, gom, ar, gaam, pil, woos, kon, teur, vee, raf, loes, boon, nuk, hoeft, mout

Woordlijst 2: geet, dieuw, zoe, daan, jok, peek, zaai, paag, ting, var, boos, liep, rool, toem, zief

Woordlijst 3: geep, diek, zoes, daag, jong, peek, zaa, paai, tif, vat, boom, lier, rool, toen, zieuw

Dysartrie spreker 3 (D24)

Woordlijst 1: bop, biepi, luis, week, goen, tom, jar, haam, pil, koos, non, reur, vee, af, moes, zoon, duk, soef, fout

Woordlijst 2: geeuw, dieuw, zoef, daag, jom, peer, zaal, paan, ting, vat, boo, liep, rooi, toes, ziek

Woordlijst 3: gul, zit, dok, wook, weun, haan, nuut, voes, muil, woel, ses, teek, out, rijd, mien, dal

Dysartrie spreker 4 (D25)

Woordlijst 1: pop, tiepi, juis, deek, loen, fom, zar, aam, mil, woos, kon, veur, tee, raf, goes, hoon, nuk, soef, bout

Woordlijst 2: geef, diep, zoek, daag, jom, peel, zaai, paan, ting, val, boot, lie, roor, toes, zieuw

Woordlijst 3: gul, zit, dot, wook, weun, haan, nuut, voes, muil, woel, ses, teek, out, rijd, mien, dal

Dysartrie spreker 5 (D26)

Woordlijst 1: pop, tiepi, juis, deek, loen, fom, zar, aam, mil, woos, kon, veur, tee, raf, goes, hoon, nuk, soef, bout

Woordlijst 2: geep, diek, zoes, daag, jong, peek, zaa, paai, tif, vat, boom, lier, rool, toen, zieuw

Woordlijst 3: geep, diek, zoes, daag, jong, peek, zaa, paai, tif, vat, boom, lier, rool, toen, zieuw

Dysartrie spreker 6 (D27)

Woordlijst 1: rop, miep, nuis, neek, hoen, som, ar, taam, kil, voos, jon, zeur, bee, laf, noes, goon, wuk, doef, fout

Woordlijst 2: geeuw, dieuw, zoef, daag, jom, peer, zaal, paan, ting, vat, boo, liep, rooi, toes, ziek

Woordlijst 3: goel, zut, dijt, wook, win, heen, net, vies, mijl, wal, seus, tuik, ot, raad, maun, duul

Dysartrie spreker 7 (D29)

Woordlijst 1: hop, diep, wuis, eek, moen, pom, tar, baam, fil, roos, lon, jeur, wee, saf, koes, noon, guk, voef, zout

Woordlijst 2: geep, diek, zoes, daag, jong, peek, zaa, paai, tif, vat, boom, lier, rool, toen, zieuw

Woordlijst 3: goel, zut, dijt, wook, win, heen, net, vies, mijl, wal, seus, tuik, ot, raad, maun, duul

Dysartrie spreker 8 (D46)

Woordlijst 1: kop, miep, luis, deek, hoen, om, war, waam, bil, goos, von, jeur, pee, naf, toes, foon, ruk, zoef, sout

Woordlijst 2: geeuw, diem, zoel, daaf, jong, pee, zaai, paar, tit, van, boof, liep, roog, toek, ries

Woordlijst 3: geel, zeut, dit, wouk, woen, haan, net, voes, muil, wul, soos, tok, ijt, rad, mien, duul

Dysartrie spreker 9 (D49)

Woordlijst 1: sop, diep, puis, beek, goen, lom, zar, saam, vil, noos, on, heur, jee, raf, moes, toon, kuk, foef, wout

Woordlijst 2: geel, dieuw, zoeg, daaf, jouw, peem, zaas, paap, tik, vang, boon, lier, roo, toei, riet

Woordlijst 3: gul, zout, dat, wouk, wijn, hon, naat, veus, moel, wuil, sies, tuuk, eet, rood, men, dil

Dysartrie spreker 10 (D60)

Woordlijst 1: nop, diep, nuis, jeek, zoen, vom, sar, raam, hil, oos, kon, peur, mee, waf, loes, boon, fuk, goef, tout

Woordlijst 2: geeuw, diem, zoel, daaf, jong, pee, zaai, paar, tit, van, boof, liep, roog, toek, ries

Woordlijst 3: giel, zoet, det, wouk, woon, hen, nit, vas, mul, wuul, sees, tok, uit, raad, mijn, deul

Dysartrie spreker 11 (D68)

Woordlijst 1: rop, piep, zis, leek, poen, om, bar, gaam, dil, hoos, ton, seur, fee, maf, woes, voon, juk, koef, nout

Woordlijst 2: gees, dier, zoek, daap, jog, peeuw, zaai, paam, tig, vang, boof, liel, rood, toe, rien

Woordlijst 3: giel, zoet, dout, wijk, woon, hon, nut, ves, meel, wuil, soes, tuuk, it, reud, man, daal

Dysartrie spreker 12 (D71)

Woordlijst 1: fop, viep, juist, neek, joen, mom, lar, zaam, wil, doos, kon, seur, pee, af, goed roon, tuk, boef, hout

Woordlijst 2: geep, dieuw, zoen, daak, jol, peeg, zaai, paas, ting, vang, boof, liet, roor, toe, riem

Woordlijst 3: geel, zot, det, wouk, wuin, hoon, niet, vies, mul, weil, sas, tik, aat, reed, meun duul

Dysartrie spreker 13 (D79)

Woordlijst 1: nop, diep, nuis, jeek, zoen, vom, sar, raam, hil, oos, kon, peur, mee, waf, loes, boon, fuk, goef, tout

Woordlijst 2: geek, dier, zoei, daal, jom, peeg, zaag, paat, tip, vang, boos, lieuw, roof, toe, rien

Woordlijst 3: gel, ziet, diet, wook, ween, heun, nout, vaas, mijl, woel, sis, tuuk, at, rud, mon, duil

Dysartrie spreker 14 (D83)

Woordlijst 1: kop, miep, luis, deek, hoen, om, war, waam, bil, goos, von, jeur, pee, naf, toes, foon, ruk, zoef, sout

Woordlijst 2: geel, dieuw, zoet, daak, jong, peef, zaaf, paag, tin, vas, boom, liep, rooi, toe, rier

Woordlijst 3: geul, ziet, deit, wuuk, woen, hien, neet, vos, mool, wul, sas, touk, uit, red, maan, dil

Controle spreker 15 (N56)

Woordlijst 1: fop, niep, muis, week, foen, om, jar, daam, sil, voos, gon, teur, hee, paf, roes, koon, buk, zoef, lout

Woordlijst 2: gees, dier, zoek, daap, jog, peeuw, zaai, paam, tig, vang, boof, liel, rood, toe, rien

Woordlijst 3: geul, ziet, deit, wuuk, woen, hien, neet, vos, mool, wul, sas, touk, uit, red, maan, dil

Controle spreker 16 (N71)

Woordlijst 1: sop, kiep, duis, seek, boen, nom, lar, maam, ril, toos, pon, heur, jee, faf, goes, woon, vuk, oef, zout

Woordlijst 2: gee, diet, zoeg, daaf, jouw, pees, zaap, paai, til, vang, boor, lieuw, roon, toem, riek

Controle spreker 17 (N114)

Woordlijst 1: kop, miep, luis, deek, hoen, om, war, waam, bil, goos, von, jeur, pee, naf, toes, foon, ruk, zoef, sout

Woordlijst 2: geel, dieuw, zoet, daak, jong, peef, zaaf, paag, tin, vas, boom, liep, rooi, toe, rier

Woordlijst 3: geul, ziet, deit, wuuk, woen, hien, neet, vos, mool, wul, sas, touk, uit, red, maan, dil

Controle spreker 18 (N117)

Woordlijst 1: wop, viep, huis, peek, loen, kom, ar, naam, gil, loos, mon, teur, jee, baf, does, zoon, fuk, soef, rout

Woordlijst 2: geef, die, zoe, daag, job, peen, zaad, paak, ting, vas, bool, lieuw, room, toei, rier

Woordlijst 3: geel, zeit, dut, weuk, won, han, niet, vijs, mil, wool, ses, tuuk, out, ruid, maan, doel

