



# **HOE KUNNEN CHATBOTS, GEBRUIK MAKEND VAN RAG EN NLP, BIJSLUITERS BEGRIJPBAAR MAKEN?**

INTERNE PROMOTOR: WOUTER GEVAERT

EXTERNE PROMOTOR: LEVI SLAP

ONDERZOEKSVRAAG UITGEVOERD DOOR

**LIEN DE JONG**

VOOR HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN BACHELOR IN DE

**MULTIMEDIA EN CREATIEVE TECHNOLOGIE**

HOWEST | 2024-2025

# Woord vooraf

Deze bachelorproef vormt het afsluitende werk binnen de opleiding Multimedia en Creatieve Technologie aan de Hogeschool West-Vlaanderen te Kortrijk (Howest). Binnen deze opleiding stond het onderzoekend en praktijkgericht leren centraal, wat perfect tot uiting komt in dit eindproject.

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een concrete onderzoeksvraag die ik formuleerde tijdens het vak Researchproject: Hoe kunnen chatbots, gebruikmakend van RAG en NLP-technologieën, bijsluiters begrijpbaarder maken? Vanuit mijn interesse in maatschappelijke relevantie en digitale toegankelijkheid koos ik ervoor om me te verdiepen in het snijvlak tussen gezondheidszorg en artificiële intelligentie.

De bachelorproef bestaat uit een onderzoeks- en een praktijkluik. In het theoretische deel worden de maatschappelijke uitdagingen en technologische mogelijkheden in kaart gebracht. Daarna ontwikkelde ik een proof-of-concept AI-chatbot die medische bijsluiters begrijpelijker maakt, vertrekkende van publieke databronnen en moderne NLP-technieken. Tot slot reflecteer ik over het resultaat met het werkveld via interviews met experts, en formuleer ik een advies voor organisaties die met gelijkaardige toepassingen aan de slag willen gaan.

Voor de totstandkoming van deze bachelorproef wil ik graag enkele mensen bedanken. Mijn oprechte dank gaat uit naar Wouter Gevaert, mijn interne promotor aan Howest, voor zijn waardevolle feedback, begeleiding en ondersteuning gedurende het hele traject. Daarnaast wil ik ook Levi Slap bedanken, mijn externe promotor, voor het bieden van een kritische externe blik en het mee nadenken over de praktische relevantie van dit project.

Lien De Jong

17/05/2025

# Abstract

De centrale onderzoeksvraag van deze bachelorproef luidt: Hoe kunnen chatbots, gebruikmakend van RAG en NLP-technologieën, bijsluiters begrijpbaarder maken? Het doel van het onderzoek was om na te gaan hoe artificiële intelligentie ingezet kan worden om medische informatie toegankelijker te maken voor een breed publiek, waaronder jongeren, ouderen en mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden.

Het project bestond uit een literatuurstudie naar bestaande NLP-technieken, gevolgd door de ontwikkeling van een werkende demo van een AI-chatbot. Deze chatbot maakt gebruik van Retrieval-Augmented Generation (RAG), Azure AI Search en GPT-technologie om informatie uit medische bijsluiters te extraheren, te vereenvoudigen en aan te bieden via een gebruiksvriendelijke interface. Tot slot werd de oplossing kritisch geëvalueerd aan de hand van feedback van experts uit het werkveld, zoals VITO, het FAGG, en softwareontwikkelaars en marketing directors uit de medische sector.

Positieve elementen in de evaluatie waren de technische haalbaarheid, de intuïtieve gebruikerservaring en de schaalbaarheid van het systeem. Negatieve of kritische aandachtspunten betroffen vooral de juridische en ethische grenzen, het risico op misinterpretatie, en de nood aan duidelijke afbakening van wat het systeem wel en niet mag doen.

De belangrijkste elementen in het advies zijn dan ook het vermijden van persoonlijke data, het beperken van de reikwijdte van de chatbot tot informatieve antwoorden, en het voorzien van een heldere juridische en technische structuur. De conclusie van het project luidt dat AI-chatbots een waardevolle bijdrage kunnen leveren aan begrijpelijke gezondheidsinformatie, op voorwaarde dat ze zorgvuldig ontworpen, beperkt ingezet en voortdurend gemonitord worden.

# Inhoudsopgave

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Woord vooraf .....                                                                                                                                                                        | 1  |
| Abstract.....                                                                                                                                                                             | 2  |
| Inhoudsopgave .....                                                                                                                                                                       | 3  |
| Figurenlijst.....                                                                                                                                                                         | 5  |
| Lijst met afkortingen .....                                                                                                                                                               | 6  |
| Verklarende woordenlijst.....                                                                                                                                                             | 7  |
| 1 Inleiding.....                                                                                                                                                                          | 9  |
| 2 Research.....                                                                                                                                                                           | 11 |
| 2.1 Wat zijn de huidige uitdagingen bij het begrijpen van medische bijsluiters voor<br>doelgroepen zoals jonge volwassenen, ouderen, mensen met beperkte<br>gezondheidsvaardigheden?..... | 11 |
| 2.2 Welke natural language language (NLP) technieken zijn het meest effectief in het<br>vereenvoudigen en samenvatten van medische informatie?.....                                       | 13 |
| 2.3 Wat zijn de vergelijkbare toepassingen van chatbots in de medische wereld, en wat<br>kunnen we hiervan leren? .....                                                                   | 15 |
| 2.4 Welke methoden kunnen worden gebruikt om de effectiviteit van de chatbot te valideren<br>en te evalueren? .....                                                                       | 16 |
| 2.5 Wat is de technische haalbaarheid en benodigde aanpassingen om extra datasets of<br>informatiebronnen toe te voegen aan de applicatie? .....                                          | 18 |
| 3 Technisch onderzoek .....                                                                                                                                                               | 20 |
| 3.1 Inleiding .....                                                                                                                                                                       | 20 |
| 3.2 Beschrijving van de ontwikkelde software.....                                                                                                                                         | 20 |
| 3.3 Opbouw van de applicatie .....                                                                                                                                                        | 20 |
| 3.4 Achterliggende technologieën.....                                                                                                                                                     | 23 |
| 3.5 Overwonnen problemen.....                                                                                                                                                             | 23 |
| 3.6 Conclusie .....                                                                                                                                                                       | 24 |
| 4 Reflectie .....                                                                                                                                                                         | 25 |
| 4.1 Eigen aanzet tot reflectie.....                                                                                                                                                       | 25 |
| 4.2 Reflectie op basis van externen .....                                                                                                                                                 | 25 |
| 4.3 Conclusie .....                                                                                                                                                                       | 29 |
| 5 Advies .....                                                                                                                                                                            | 31 |
| 5.1 Bruikbaarheid en toepasbaarheid van de voorgestelde oplossing .....                                                                                                                   | 31 |
| 5.2 Aanbevelingen op basis van werkveldreflectie .....                                                                                                                                    | 31 |
| 5.3 Concreet stappenplan voor implementatie .....                                                                                                                                         | 32 |
| 5.4 Ontwikkelde tools.....                                                                                                                                                                | 33 |
| 5.5 Conclusie .....                                                                                                                                                                       | 34 |
| 6 Conclusie .....                                                                                                                                                                         | 36 |
| 6.1 Onderzoeksbevindingen samengevat.....                                                                                                                                                 | 36 |
| 6.2 Reflectie en werkveldinput.....                                                                                                                                                       | 36 |
| 6.3 Eindconclusie en blik op de toekomst.....                                                                                                                                             | 37 |
| 7 Literatuurlijst.....                                                                                                                                                                    | 38 |
| 8 Bijlages .....                                                                                                                                                                          | 40 |
| 8.1 Interviewvragen .....                                                                                                                                                                 | 40 |
| 8.2 Verslagen gastlessen researchproject .....                                                                                                                                            | 40 |
| 8.3 Handleidingen.....                                                                                                                                                                    | 42 |



# Figurenlijst

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1: Verdeling van de niveaus van gezondheidsvaardigheden in de bevolking van vijftien jaar en ouder, volgens gewest, België, 2018..... | 11 |
| Figuur 2: Voor- en nadelen extractieve vs abstractieve samenvattingen.....                                                                   | 13 |
| Figuur 3: Voor- en nadelen regelgebaseerde, statistische en transformer-gebaseerde NLP modellen .....                                        | 14 |
| Figuur 4: Voor- en nadelen benaderingen medische tekstvereenvoudiging .....                                                                  | 15 |
| Figuur 5: Overzicht technische componenten research project.....                                                                             | 20 |
| Figuur 6: Voorbeeld algemene vraag .....                                                                                                     | 21 |
| Figuur 7: Voorbeeld vraag met informatie uit bijsluiter .....                                                                                | 22 |
| Figuur 8: Voorbeeld onzekere vraag .....                                                                                                     | 22 |
| Figuur 9: Voorbeeld ongepaste vraag .....                                                                                                    | 23 |

# Lijst met afkortingen

API - Application Programming Interface

CE-markering - Conformité Européenne markering

CSV – Comma separated values

ETL – Extract, transform, load

GDPR - General data protection regulation

ISO-norm - International Organization for Standardization norm

JSON - JavaScript Object Notation

MDR - Medical Device Regulation

MVP - Minimum Viable Product

NLP - Natural language processing

RAG – Retrieval-augmented generation

UX - User Experience

# Verklarende woordenlijst

**Abstractieve samenvatting:** Een samenvattingsmethode waarbij de belangrijkste informatie uit een tekst wordt herschreven in nieuwe zinnen, zonder letterlijk bestaande zinsdelen te herhalen. Dit vereist diep begrip en herformulering van de tekst.

**Azure AI Search:** Een door Microsoft Azure aangeboden zoektechnologie waarmee gestructureerde en ongestructureerde data efficiënt kunnen worden geïndexeerd en doorzocht. Vaak gebruikt voor informatieophaling in AI-gedreven toepassingen.

**Azure Function App:** Een serverloze compute-oplossing binnen Azure waarmee je kleine stukjes code (functies) kunt uitvoeren als reactie op bepaalde triggers, zonder een volledige infrastructuur te beheren.

**Azure OpenAI:** Een integratie van OpenAI's geavanceerde taalmodellen (zoals GPT-4) binnen Microsoft Azure, waarmee ontwikkelaars AI-modellen kunnen inzetten voor verschillende toepassingen, zoals chatbots en tekstgeneratie.

**Azure Storage Container:** Een opslaglocatie binnen Azure Blob Storage waarin bestanden en gegevens worden opgeslagen in de vorm van blobs (binaire grote objecten). Dit wordt vaak gebruikt voor cloudopslag van grote datasets.

**Chatbot:** Een geautomatiseerd systeem dat natuurlijke taalverwerking (NLP) gebruikt om met gebruikers te communiceren en vragen te beantwoorden. Chatbots kunnen regelgebaseerd of AI-gestuurd zijn.

**Chunks:** Kleine tekstfragmenten waarin grote teksten worden opgedeeld om verwerking, indexering en ophalen van informatie efficiënter te maken, vaak gebruikt bij RAG-modellen.

**CSV-file:** Een tekstbestand waarin gegevens zijn gestructureerd in een tabelvorm, waarbij waarden gescheiden zijn door komma's. Veel gebruikt voor dataverwerking en uitwisseling tussen systemen.

**Decoder-only modellen:** Een type transformer-model waarbij alleen het decoder-gedeelte van de architectuur wordt gebruikt, zoals bij GPT-modellen. Dit maakt ze bijzonder geschikt voor tekstgeneratie.

**Deep learning-gebaseerde tekstvereenvoudiging:** Een techniek waarbij neurale netwerken en deep learning-modellen worden gebruikt om complexe teksten begrijpelijker te maken door zinsconstructies en woordkeuzes te vereenvoudigen.

**ETL:** Een dataverwerkingsproces waarbij gegevens worden geëxtraheerd uit verschillende bronnen, getransformeerd (bijvoorbeeld opgeschoond of geformatteerd) en vervolgens geladen in een datawarehouse of database.

**Farmacovigilantiesystemen:** Systemen die bedoeld zijn om bijwerkingen en risico's van geneesmiddelen op te volgen, te detecteren en te evalueren om zo de veiligheid van patiënten te waarborgen.

**Flan-T5:** Een geavanceerde variant van het T5-model (Text-to-Text Transfer Transformer) dat getraind is met instructiespecifieke data, waardoor het beter presteert op een breed scala aan NLP-taken.

**Frontend:** Het zichtbare en interactieve deel van een applicatie waarmee gebruikers interageren, vaak gebouwd met frameworks zoals React, Next.js of Vue.js.

**General Data Protection Regulation (GDPR):** Een Europese wet die de privacy en bescherming van persoonsgegevens regelt.

**Generative AI:** Een type kunstmatige intelligentie dat nieuwe inhoud kan genereren, zoals tekst, afbeeldingen of code, op basis van bestaande gegevens en patronen. Voorbeelden zijn modellen zoals GPT-4 en DALL·E.

**GPT-4:** Een grootschalig taalmodel ontwikkeld door OpenAI dat geavanceerde tekstverwerking en natuurlijke taalbegrip mogelijk maakt, gebruikt voor toepassingen zoals chatbots en contentgeneratie.

**JSON-file:** Een bestandsformaat dat gegevens opslaat in een gestructureerd, leesbaar tekstformaat met key-value paren, veel gebruikt in web- en API-communicatie.

**Markdown:** Een lichtgewicht opmaaktaal waarmee je eenvoudig tekst kunt formatteren met leesbare syntaxis, vaak gebruikt voor documentatie en blogposts.

**Next.js:** Een React-framework dat server-side rendering en statische sitegeneratie ondersteunt, waardoor webapplicaties sneller en efficiënter worden.

**NLP (Natural Language Processing):** Een tak van kunstmatige intelligentie die zich richt op de interactie tussen computers en menselijke taal, inclusief tekstverwerking, sentimentanalyse en vertaling.

**Ontologie-gebaseerde tekstvereenvoudiging:** Een methode voor tekstvereenvoudiging waarbij vooraf gedefinieerde kennisstructuren (ontologieën) worden gebruikt om termen en zinnen begrijpelijker te maken.

**pymupdf4ll:** Een Python-bibliotheek gebaseerd op PyMuPDF, specifiek gericht op gebruik binnen Large Language Models (LLMs) voor efficiënte verwerking en extractie van tekst uit PDF-documenten.

**RAG (Retrieval-Augmented Generation):** Een AI-techniek waarbij een taalmodel externe informatiebronnen doorzoekt (retrieval) en combineert met gegenereerde tekst om nauwkeurigere en contextueel rijkere antwoorden te produceren.

**Regex (Regular Expressions):** Een patroonherkenningstaal waarmee specifieke tekstreeksen kunnen worden gematcht, gefilterd of vervangen, veel gebruikt bij tekstverwerking en data-analyse.

**Retrieval AI:** Een AI-techniek waarbij informatie uit een grote dataset efficiënt wordt opgehaald, vaak gebruikt in combinatie met RAG om relevante context te leveren voor AI-gegenereerde antwoorden.

**Regelgebaseerde NLP:** Een aanpak binnen natuurlijke taalverwerking waarbij taalkundige regels en woordenlijsten worden gebruikt om tekst te analyseren en te verwerken, zonder machine learning.

**Statistische NLP:** Een benadering van NLP die gebruik maakt van probabilistische modellen en statistische methoden om taalpatronen te analyseren en te verwerken.

**Transformer modellen:** Een type deep learning-model dat gebruik maakt van zelf-attentie om patronen in sequentiële gegevens, zoals tekst, te herkennen. Dit vormt de basis voor moderne NLP-modellen zoals GPT en BERT.

# 1 Inleiding

Tijdens een activiteit bij de scouts ontstond er discussie over de combinatie van verschillende geneesmiddelen. We wilden zeker zijn dat de combinatie veilig was, maar merkten al snel dat het begrijpen van de bijsluiters veel tijd vergde en dat de medische termen verwarrend waren. Uiteindelijk namen we het risico om de medicatie toch te combineren, simpelweg omdat het zoeken te traag en te moeilijk verliep. Die ervaring liet me niet los. In een wereld waarin snelle toegang tot begrijpbare gezondheidsinformatie levens kan redden, mag het niet zijn dat jongeren of ouderen door de complexiteit van een bijsluiter afhaken. Vanuit die persoonlijke ervaring groeide het idee voor mijn bachelorproef: het ontwikkelen van een toegankelijke AI-chatbot die medische bijsluiters in klare taal kan toelichten.

De centrale onderzoeksvraag van dit project luidt dan ook:

**Hoe kan een AI-chatbot op basis van Retrieval-Augmented Generation (RAG) medische bijsluiters begrijpelijker maken voor gebruikers met uiteenlopende gezondheidsvaardigheden?**

Deze vraag is bijzonder relevant in het kader van digitale gezondheidsinnovatie, waarin technologie steeds vaker wordt ingezet om patiënten te ondersteunen. Vooral in contexten zoals ziekenfondsen, apotheken of gezondheidsapps is er een groeiende behoefte aan toegankelijke, betrouwbare informatievoorziening zonder dat hiervoor telkens een zorgverlener tussenbeide moet komen. Voor mijn stageproject en de bredere gezondheidssector vormt deze technologie dus een potentiële hefboom om de gezondheidsgeletterdheid te verhogen.

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, zijn er vijf deelvragen geformuleerd:

- Wat zijn de huidige uitdagingen bij het begrijpen van medische bijsluiters voor doelgroepen zoals jonge volwassenen, ouderen en mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden?
- Welke natural language processing-technieken zijn het meest geschikt voor het samenvatten en vereenvoudigen van medische informatie?
- Welke bestaande toepassingen van medische chatbots bestaan er al, en wat kunnen we daaruit leren?
- Hoe kan de effectiviteit van een medische chatbot gevalideerd en geëvalueerd worden?
- Wat is de technische haalbaarheid en welke aanpassingen zijn nodig om andere datasets of informatiebronnen toe te voegen aan het systeem?

De data voor dit onderzoek zijn verzameld door middel van een literatuurstudie, praktijkgericht ontwikkelwerk en interviews met experts uit het werkveld, waaronder medewerkers van het FAGG, VITO, Feroli Consultancy en InfoFarm. Door kwalitatieve methoden te gebruiken probeer ik inzicht te krijgen in de kansen én beperkingen van AI binnen deze context. Daarnaast zijn ook technische experimenten uitgevoerd met behulp van open source NLP-modellen, Azure AI Search, een zelfgebouwde chunkingstrategie en een frontend-omgeving voor eindgebruikers.

De ontwikkelde chatbot werd geëvalueerd door externe partners, en vervolgens kritisch gereflecteerd in functie van haalbaarheid en maatschappelijke impact.

Deze bachelorproef bestaat uit vijf hoofdonderdelen. Na deze inleiding volgt eerst een researchdeel in de vorm van een literatuurstudie, waarin de bestaande situatie, uitdagingen bij het begrijpen van bijsluiters en relevante technologische ontwikkelingen zoals NLP en AI-chatbots worden verkend. Deze research vormt de basis voor de verdere uitwerking van het project. Daarna bespreek ik het technische ontwikkelproces, inclusief ontwerpkeuzes, gebruikte tools en overwonnen moeilijkheden. In het reflectieluik wordt stilgestaan bij feedback uit het werkveld en persoonlijke leerervaringen. Vervolgens worden concrete adviezen geformuleerd voor organisaties die een gelijkaardige tool willen implementeren. Tot slot volgt een samenvattende conclusie met aanbevelingen voor de

toekomst.

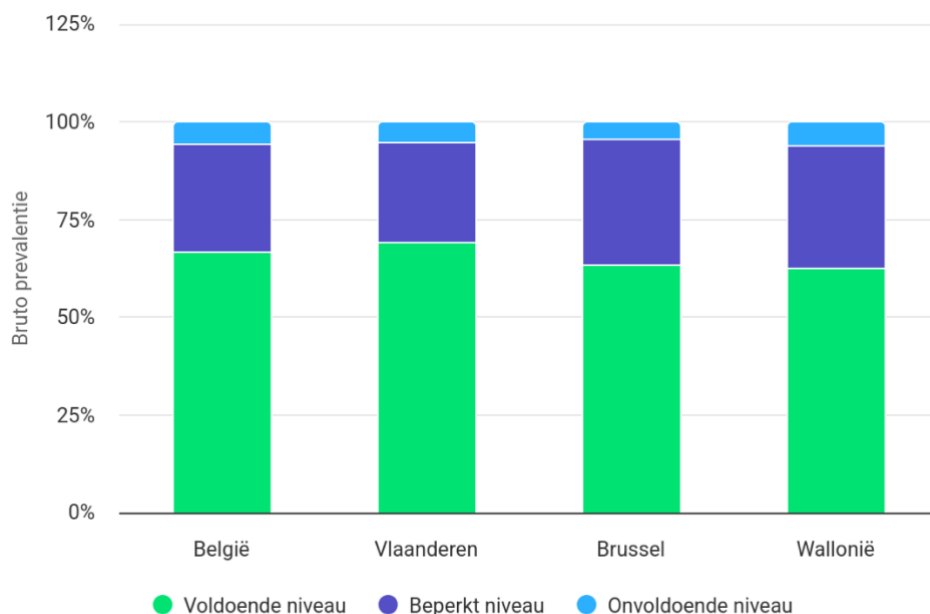
## 2 Research

### 2.1 Wat zijn de huidige uitdagingen bij het begrijpen van medische bijsluiters voor doelgroepen zoals jonge volwassenen, ouderen, mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden?

Het begrijpen van medische bijsluiters vormt een aanzienlijke uitdaging voor verschillende bevolkingsgroepen in België, waaronder jonge volwassenen, ouderen en mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden. Deze uitdagingen zijn multifactorieel en variëren per doelgroep.

#### 2.1.1 Beperkte gezondheidsvaardigheden

Zoals we zien op figuur 1 heeft in België ongeveer 33,4% van de bevolking van 15 jaar en ouder een laag niveau van gezondheidsvaardigheden. Dit betekent dat zij moeite hebben met het vinden, begrijpen en toepassen van gezondheidsinformatie, wat kan leiden tot problemen bij het interpreteren van medische bijsluiters en een verhoogd risico op onjuist medicijngebruik. [1]



Figuur 1: Verdeling van de niveaus van gezondheidsvaardigheden in de bevolking van vijftien jaar en ouder, volgens gewest, België, 2018

#### 2.1.2 Laaggeletterdheid

Laaggeletterdheid is een belangrijke factor die bijdraagt aan beperkte gezondheidsvaardigheden. Personen met een laag opleidingsniveau hebben vaker moeite met het lezen en begrijpen van complexe teksten, zoals medische bijsluiters. Dit probleem is niet alleen beperkt tot ouderen; ook onder jonge volwassenen komt laaggeletterdheid voor, wat hun vermogen om gezondheidsinformatie te begrijpen beïnvloedt. In België had 41,3% van de ondervraagden had een onvoldoende of problematisch niveau van gezondheidsgeletterdheid. [2]

### 2.1.3 Ouderen

Bij ouderen spelen meerdere factoren een rol die het begrijpen van medische bijsluiters bemoeilijken. Naast een hoger percentage laaggeletterdheid, kampen zij vaker met cognitieve achteruitgang en zintuiglijke beperkingen, zoals verminderd zicht en gehoor. Deze factoren kunnen het lezen en interpreteren van bijsluiters bemoeilijken. Bovendien hebben ouderen vaak te maken met polyfarmacie, het gebruik van meerdere medicijnen tegelijkertijd, wat de complexiteit van de informatievergaring vergroot. [3]

### 2.1.4 Jonge volwassenen

Hoewel jonge volwassenen over het algemeen digitaal vaardig zijn, betekent dit niet automatisch dat zij gezondheidsvaardig zijn. Uit onderzoek blijkt dat een deel van de jonge volwassenen moeite heeft met het interpreteren van complexe teksten, zoals medische bijsluiters. Daarnaast kunnen zij door een gevoel van onoverwinnelijkheid of gebrek aan ervaring gezondheidsinformatie onderschatten of negeren. [4]

### 2.1.5 Culturele en taalbarrières

Voor mensen met een migratieachtergrond kunnen taalbarrières en culturele verschillen extra obstakels vormen bij het begrijpen van medische bijsluiters. Zelfs wanneer zij de Nederlandse of Franse taal beheersen, kunnen medische terminologie en cultuurgebonden gezondheidsconcepten verwarrend zijn. Dit verhoogt het risico op misinterpretatie en onjuist medicijngebruik. [3]

### 2.1.6 Complexiteit van bijsluiters

Medische bijsluiters zijn vaak geschreven op een hoog leesniveau en bevatten veel vakjargon. Een studie van het Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg (KCE) benadrukt dat gezondheidsinformatie vaak te ingewikkeld is en niet aansluit bij de behoeften van mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden. Dit gebrek aan afstemming tussen de informatie en de doelgroep belemmert effectief begrip en correct gebruik van medicatie. [2]

### 2.1.7 Gevolgen van beperkte gezondheidsvaardigheden

Mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden hebben vaker een slechtere gezondheid, meer chronische aandoeningen en maken meer gebruik van zorgvoorzieningen. Zij hebben in het algemeen een minder gezonde leefstijl en nemen minder vaak deel aan screeningsprogramma's en preventieve gezondheidszorg. Dit benadrukt het belang van toegankelijke en begrijpelijke medische informatie om gezondheidsuitkomsten te verbeteren. [1]

### 2.1.8 Conclusie

Het begrijpen van medische bijsluiters is een complexe uitdaging die wordt beïnvloed door factoren zoals gezondheidsvaardigheden, taalbeheersing, leeftijd en de complexiteit van de bijsluiters zelf. Het is essentieel om medische informatie toegankelijker en begrijpelijker te maken, rekening houdend met de diverse behoeften van verschillende doelgroepen, om zo de gezondheidsuitkomsten te verbeteren en medicatiefouten te verminderen. Daarnaast heeft het toegankelijk maken van medische informatie een breder maatschappelijk en sociaal belang: het draagt bij aan een eerlijkere en inclusievere gezondheidszorg, vermindert de druk op zorgverleners door beter geïnformeerde patiënten en helpt om gezondheidsongelijkheden tussen verschillende bevolkingsgroepen te

verkleinen. Door onderzoek te doen naar manieren om medische bijsluiters te vereenvoudigen en begrijpelijker te maken, wordt niet alleen de individuele gezondheidszorg verbeterd, maar wordt ook bijgedragen aan een meer rechtvaardige en efficiënte samenleving.

## 2.2 Welke natural language language (NLP) technieken zijn het meest effectief in het vereenvoudigen en samenvatten van medische informatie?

Het vereenvoudigen en samenvatten van medische informatie is cruciaal om deze toegankelijker te maken. Natural Language Processing (NLP) biedt diverse technieken die effectief zijn in dit proces, elk met hun eigen voordelen en beperkingen. Dit onderdeel vergelijkt verschillende NLP-technieken en beoordeelt hun effectiviteit bij het verwerken van medische teksten.

### 2.2.1 Extractieve vs. Abstractive Samenvatting

Een van de fundamentele methoden voor tekstsamenvatting in NLP was de keuze tussen extractieve en abstractive samenvatting:

**Extractieve samenvatting** selecteert sleutelzinnen of -passages direct uit de brontekst om een beknopte versie te creëren. Dit betekent dat de originele formuleringen behouden bleven, wat nuttig was voor medische documenten waarin nauwkeurigheid essentieel was. Echter, deze methode bood weinig flexibiliteit in het herformuleren van ingewikkelde medische terminologie.

**Abstractive samenvatting** daarentegen genereert nieuwe zinnen die de kernideeën van de oorspronkelijke tekst weergeven. Dit bood de mogelijkheid om medische termen te vereenvoudigen, maar introduceerde het risico op informatieve vertekening of fouten als het model niet correct was getraind.

Uit onderzoek bleek dat moderne transformer-gebaseerde modellen, zoals BART en T5, beter presteerden bij abstractive samenvatting van medische teksten dan traditionele RNN-gebaseerde modellen. Ze boden hogere nauwkeurigheid bij het genereren van beknopte en begrijpelijke samenvattingen. [5]

Een vergelijking van deze voor- en nadelen zien we in figuur 2.

| Techniek                        | Voordelen                                                     | Nadelen                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Extractieve samenvatting</b> | Behoudt de oorspronkelijke formulering, minimaliseert fouten. | Tekst blijft complex, minder geschikt voor ondeskundigen. |
| <b>Abstractive samenvatting</b> | Kan teksten herschrijven en vereenvoudigen.                   | Risico op incorrecte of inconsistente informatie.         |

Figuur 2: Voor- en nadelen extractieve vs abstractive samenvattingen

### 2.2.2 Transformer-gebaseerde modellen vs. traditionele NLP-modellen

NLP-technologieën evolueerden van regelgebaseerde systemen en statistische modellen naar deep learning-gebaseerde modellen zoals transformers:

- **Regelgebaseerde NLP** gebruikte vooraf vastgestelde taalkundige regels om teksten te vereenvoudigen. Dit was robuust en interpreteerbaar, maar niet flexibel genoeg voor variabele medische terminologie.
- **Statistische NLP**-modellen, zoals Latent Dirichlet Allocation (LDA), werden gebruikt om kernwoorden te extraheren en teksten samen te vatten, maar hadden moeite met de complexiteit en ambiguïteit van medische taal.
- **Transformer-modellen zoals GPT-4, BERT en T5** boden een aanzienlijke verbetering door contextuele kennis te gebruiken en medische informatie beter te begrijpen en te herformuleren. Studies toonden aan dat BioBERT en ClinicalBERT, getraind op medische corpora, significant beter presteerden dan generieke NLP-modellen bij het samenvatten en vereenvoudigen van medische teksten. [5]

Een vergelijking van deze voor- en nadelen zien we in figuur 3.

| Modeltype                 | Voordelen                                                     | Nadelen                                     |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Regelgebaseerd NLP        | Transparant, goed te controleren.                             | Moeilijk schaalbaar, weinig flexibel.       |
| Statistische NLP          | Kan patronen ontdekken in tekst.                              | Mist diepgaand begrip van context.          |
| Transformer-gebaseerd NLP | Begrijpt complexe context, kan medische termen herformuleren. | Vereist grote datasets en veel rekenkracht. |

Figuur 3: Voor- en nadelen regelgebaseerde, statistische en transformer-gebaseerde NLP modellen

2.2.3 Medische tekstvereenvoudiging: ontologieën vs. deep Learning

Voor het vereenvoudigen van medische teksten konden twee benaderingen worden onderscheiden:

1. **Ontologie-gebaseerde benadering:**
  - a. Gebruikte bestaande medische woordenlijsten en databases zoals SNOMED CT en UMLS om medische termen om te zetten in begrijpelijke taal.
  - b. Was betrouwbaar en interpreteerbaar, maar beperkt in flexibiliteit en schaalbaarheid.
2. **Deep Learning-gebaseerde benadering:**
  - a. Modellen zoals T5-Med en GPT-4 met fine-tuning konden complexe medische teksten omzetten in eenvoudigere taal door gebruik te maken van neurale netwerken en patroonherkenning.
  - b. Bodem flexibelere resultaten, maar vereisten validatie om hallucinerende informatie te vermijden.

Uit vergelijkende onderzoeken bleek dat combinaties van beide technieken (een hybride aanpak) de beste resultaten opleverden. Figuur 4 geeft een overzicht van deze vergelijkingen. Modellen zoals BioGPT, getraind op medische literatuur, presteerden significant beter in het vereenvoudigen van terminologie dan standaard transformer-modellen. [6]

| Benadering          | Voordelen                     | Nadelen                               |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Ontologie-gebaseerd | Nauwkeurig, interpreteerbaar. | Niet flexibel, lastig te onderhouden. |
| Deep Learning       | Flexibel, zelflerend.         | Vereist validatie en grote datasets   |

|                       |                                              |                                 |
|-----------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Hybride aanpak</b> | Combineert nauwkeurigheid met flexibiliteit. | Vereist complexe implementatie. |
|-----------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|

*Figuur 4: Voor- en nadelen benaderingen medische tekstvereenvoudiging*

#### 2.2.4 Conclusie

Verscheidende NLP-technieken hebben bewezen effectief te zijn in het vereenvoudigen en samenvatten van medische informatie, afhankelijk van de toepassing en de doelgroep:

- Extractieve samenvatting was nuttig voor medische professionals, terwijl abstracte samenvatting beter was voor patiënten.
- Transformer-gebaseerde modellen zoals BioBERT en T5-Med presteerden beter dan traditionele NLP-methoden, doordat ze contextueel begrip toevoegden.
- Ontologie-gebaseerde technieken boden betrouwbaarheid en consistentie, terwijl deep learning-technieken grotere flexibiliteit boden.
- Hybride modellen die ontologieën combineren met deep learning presteerden het beste, maar vereisten meer ontwikkeling en rekenkracht.

Het verbeteren van NLP-technieken voor medische tekstvereenvoudiging heeft een maatschappelijke en sociale impact: het draagt bij aan toegankelijke gezondheidszorg, vermindert de last voor zorgverleners en verhoogt therapietrouw door patiënten beter te informeren. Verdere investeringen in NLP-onderzoek kunnen de communicatie tussen artsen en patiënten verbeteren en bijdragen aan een gezondere en beter geïnformeerde samenleving.

## 2.3 Wat zijn de vergelijkbare toepassingen van chatbots in de medische wereld, en wat kunnen we hiervan leren?

Chatbots hebben de afgelopen jaren een prominente rol gekregen in de gezondheidszorg, met diverse toepassingen die variëren van patiëntenzorg tot administratieve ondersteuning. Deze technologieën bieden zowel kansen als uitdagingen.

### 2.3.1 Toepassingen van chatbots in de gezondheidszorg

1. **Geestelijke gezondheidszorg:** In de mentale gezondheidszorg worden chatbots gebruikt om gebruikers te ondersteunen bij het omgaan met stress, angst en depressie. Platforms zoals Character.ai bieden therapeutische bots die vooral door jongeren worden gebruikt vanwege hun constante beschikbaarheid en toegankelijkheid. Hoewel deze tools nuttig kunnen zijn, waarschuwen professionals dat ze geen vervanging zijn voor gekwalificeerde therapeuten en dat er risico's verbonden zijn aan overmatige afhankelijkheid van deze technologieën. [7]
2. **Administratieve ondersteuning:** Chatbots helpen bij het plannen van afspraken, het verstrekken van informatie over klinieken en het beantwoorden van veelgestelde vragen, waardoor de administratieve last voor zorgverleners vermindert en patiënten sneller toegang hebben tot benodigde informatie. [8]
3. **Patiëntenmonitoring en chronische zorg:** Chatbots worden ook ingezet voor continue monitoring van patiënten met chronische aandoeningen, zoals diabetes en hypertensie. Een voorbeeld hiervan is MyDiabby, een chatbot die diabetici helpt bij het beheren van hun

glucosewaarden, voedingsadvies geeft en hen ondersteunt bij medicatiebeheer. Dit soort systemen integreert met medische apparaten, zoals glucosemeters, en stuurt indien nodig meldingen naar zorgverleners. Onderzoek heeft aangetoond dat digitale ondersteuning zoals deze kan bijdragen aan een verbeterde therapietrouw en minder ziekenhuisopnames bij chronische patiënten. [9]

### 2.3.2 Geleerde lessen en overwegingen

- **Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid:** Hoewel chatbots potentieel hebben om de gezondheidszorg te verbeteren, is gebleken dat ze soms onnauwkeurige of onvolledige informatie verstrekken. Een studie toonde aan dat AI-chatbots vaak onjuiste informatie over medicijnen geven, wat risico's met zich meebrengt voor patiënten die op deze technologieën vertrouwen. Het is daarom essentieel om de nauwkeurigheid van de verstrekte informatie te waarborgen en duidelijke disclaimers te geven dat chatbots geen vervanging zijn voor professioneel medisch advies. [10]
- **Gebruikersacceptatie en vertrouwen:** De perceptie van gebruikers ten aanzien van chatbots beïnvloedt hun effectiviteit. Onderzoek heeft aangetoond dat mensen geneigd zijn de empathie en betrouwbaarheid van door AI gegenereerde medische adviezen lager in te schatten, zelfs als deze door artsen zijn gevalideerd. Een studie gepubliceerd in JMIR Human Factors onderzocht de perceptie van gebruikers over door AI gegenereerde medische adviezen en ontdekte dat deelnemers deze adviezen als minder empathisch en betrouwbaar beschouwden, wat hun bereidheid om dergelijke adviezen op te volgen beïnvloedde. Dit benadrukt het belang van transparantie over de rol van AI in de zorg en het behoud van menselijke betrokkenheid om het vertrouwen van patiënten te behouden. [11]
- **Ethische en privacykwesties:** Het gebruik van chatbots in de gezondheidszorg roept vragen op over gegevensbescherming en ethiek. Het is cruciaal om ervoor te zorgen dat patiëntgegevens veilig worden behandeld en dat chatbots voldoen aan de geldende privacywetgeving. De Autoriteit Persoonsgegevens (AP) ontving vorig jaar bijna 9.000 datalekmeldingen uit de gezondheidszorgsector, waarbij een toenemend aantal meldingen betrekking had op het delen van persoonsgegevens met AI-chatbots zoals ChatGPT. Dit benadrukt de noodzaak voor zorgaanbieders om voorzichtig om te gaan met het invoeren van gevoelige informatie in dergelijke systemen en om te zorgen voor adequate beveiligingsmaatregelen. [12]

### 2.3.2 Conclusie

Chatbots bieden veelbelovende mogelijkheden in de gezondheidszorg, van het verbeteren van de toegang tot informatie tot het ondersteunen van administratieve processen. Echter, om hun potentieel volledig te benutten, is het essentieel om aandacht te besteden aan nauwkeurigheid, gebruikersvertrouwen en ethische overwegingen. Door deze aspecten zorgvuldig te beheren, kunnen chatbots een waardevolle aanvulling zijn op traditionele zorgmodellen en bijdragen aan een efficiëntere en patiëntgerichte gezondheidszorg.

## 2.4 Welke methoden kunnen worden gebruikt om de effectiviteit van de chatbot te valideren en te evalueren?

Het evalueren van de effectiviteit van medische chatbots is cruciaal om hun betrouwbaarheid en veiligheid in de gezondheidszorg te waarborgen. Er zijn verschillende methoden en metrics ontwikkeld om deze evaluatie uit te voeren, die zowel technische als gebruikersgerichte aspecten omvatten.

#### 2.4.1 Technische evaluatiemethoden

1. **Classificatieprestaties:** Dit omvat het meten van de nauwkeurigheid waarmee de chatbot gebruikersinvoer correct classificeert en passende antwoorden genereert. Metrics zoals precisie, recall en F1-score worden vaak gebruikt om de prestaties van de onderliggende algoritmen te beoordelen. [13]
2. **Responsgeneratie:** Het evalueren van de kwaliteit van de door de chatbot gegenereerde antwoorden is essentieel. Dit omvat het beoordelen van begrijpelijkheid, relevantie, coherentie en natuurlijkheid van de reacties. Automatische metrics zoals BLEU en ROUGE kunnen worden toegepast, maar menselijke evaluatie blijft vaak noodzakelijk voor een grondige beoordeling. [13]
3. **Snelheid en prestaties:** De responstijd van de chatbot is een belangrijke factor voor de gebruikerservaring. Het meten van de gemiddelde tijd die de chatbot nodig heeft om te reageren, evenals de systeembetrouwbaarheid en uptime, helpt bij het beoordelen van de technische efficiëntie. [13]

#### 2.4.2 Gebruikersgerichte evaluatiemethoden

1. **Gebruiksvriendelijkheid (usability):** Het beoordelen van hoe intuïtief en gemakkelijk de chatbot te gebruiken is, is cruciaal voor acceptatie door de gebruiker. Dit kan worden geëvalueerd met behulp van gestandaardiseerde vragenlijsten zoals het System Usability Scale (SUS) of door middel van gebruikerstests en interviews. [13]
2. **Gebruikerservaring (user experience):** Naast bruikbaarheid is het belangrijk om de algehele ervaring van de gebruiker met de chatbot te beoordelen, inclusief tevredenheid, vertrouwen en perceptie van de chatbot's empathie. Kwalitatieve methoden zoals semigestructureerde interviews en focusgroepen kunnen diepgaand inzicht bieden in de gebruikerservaring. [14]
3. **Effectiviteit in gezondheidsuitkomsten:** Het uiteindelijke doel van een medische chatbot is om positieve gezondheidsuitkomsten te bevorderen. Dit kan worden geëvalueerd door het meten van parameters zoals therapietrouw, kennisverbetering van de patiënt, of zelfs klinische uitkomsten in gecontroleerde studies. [14]

#### 2.4.3 Nieuwe ontwikkelingen in evaluatiemethoden

Recente initiatieven, zoals het Chatbot Accuracy and Reliability Evaluation (CARE) Exploration Topic gelanceerd door ARPA-H, richten zich op het ontwikkelen van geavanceerde tools en technologieën om medische chatbots te evalueren. Dit programma streeft naar het creëren van evaluatiemethoden die de efficiëntie van computationele technieken combineren met de nauwkeurigheid van menselijke experts, met als doel de betrouwbaarheid en veiligheid van chatbots in patiëntgerichte toepassingen te verbeteren. [15]

#### 2.4.4 Conclusie

Een uitgebreide evaluatie van medische chatbots vereist een combinatie van technische en gebruikersgerichte methoden. Door zowel de prestaties van de chatbot als de ervaringen en uitkomsten van de gebruikers te beoordelen, kunnen ontwikkelaars en zorgverleners ervoor zorgen dat deze technologieën effectief, betrouwbaar en veilig zijn voor toepassing in de gezondheidszorg.

## 2.5 Wat is de technische haalbaarheid en benodigde aanpassingen om extra datasets of informatiebronnen toe te voegen aan de applicatie?

Het integreren van extra datasets of informatiebronnen in een medische chatbot is technisch haalbaar, maar vereist een doordachte aanpak. De implementatie hangt af van de bestaande infrastructuur en de mate waarin de nieuwe gegevensbronnen compatibel zijn met het systeem. In de huidige implementatie van mijn researchproject wordt een handmatige CSV-upload gebruikt. Zolang de structuur van de CSV-bestanden overeenkomt (waarbij de kolomnamen consistent blijven), verloopt de integratie van extra datasets vlekkeloos.

Om dit proces te optimaliseren, zou het kunnen worden veralgemeend, zodat altijd de juiste kolommen met de links naar de bijsluiters worden herkend en verwerkt. Hiervoor moet elke dataset geanalyseerd worden op zijn structuur. Daarnaast biedt dit mogelijkheden om de verwerking verder te automatiseren, bijvoorbeeld door meerdere Function Apps in te zetten die op regelmatige tijdsintervallen automatisch nieuwe gegevens verzamelen en verwerken.

### 2.5.1 Technische haalbaarheid

Het toevoegen van extra informatiebronnen vereist een robuuste infrastructuur die nieuwe datasets naadloos kan verwerken zonder handmatige tussenkomst. Uit onderzoek blijkt dat automatische data-integratie met ETL (Extract, Transform, Load) pipelines en serverless computing-oplossingen zoals Azure Functions efficiënt kunnen worden ingezet voor het periodiek ophalen en verwerken van gegevens uit meerdere bronnen. [16]

Daarnaast tonen studies aan dat AI-gebaseerde dataharmonisatie methoden, waarbij machine learning-modellen inconsistente dataformaten detecteren en standaardiseren, steeds vaker worden ingezet bij big data-integraties in de gezondheidszorg. [17] Dit suggereert dat een flexibele aanpak waarbij de chatbot semi-gestructureerde of gestructureerde datasets herkent en automatisch aanpast, de toekomst van geautomatiseerde dataset-integratie kan vormen.

### 2.5.2 Benodigde aanpassingen

#### 1. Automatisering via Function Apps en API-integraties

- Momenteel wordt de CSV-bestand upload handmatig verwerkt, maar dit proces kan worden vervangen door Function Apps die automatisch data ophalen van relevante sites.
- Dit kan via periodieke API-calls of web scraping, mits juridisch toegestaan en conform de databeschermingsregels.
- Azure Logic Apps of Azure Data Factory kunnen helpen om deze processen schaalbaar te maken. [18]

## 2. Dynamische verwerking van CSV-bestanden

- Aangezien een standaard CSV-layout de huidige verwerking vergemakkelijkt, kan een validatiemechanisme worden toegevoegd dat automatisch controleert of nieuwe bestanden correct zijn geformatteerd.
- NLP-gebaseerde ontologie matching technieken kunnen worden gebruikt om kolomnamen automatisch te herkennen en te mappen op de bestaande structuur, waardoor flexibiliteit wordt verhoogd. [19]

## 3. Uitbreiding naar meerdere dataformaten (JSON, XML, FHIR)

- In plaats van enkel CSV's te ondersteunen, zou het systeem kunnen worden uitgebreid om JSON- of FHIR-datasets (veelgebruikt in medische data-uitwisseling) direct te verwerken.
- Dit verhoogt de compatibiliteit met andere medische applicaties en voorkomt de noodzaak van externe conversietools.

## 4. Beveiliging en naleving van GDPR

- De uitbreiding naar externe bronnen vereist duidelijke privacymaatregelen.
- Function Apps die nieuwe data ophalen, moeten worden geconfigureerd om alleen toegestane en geanonimiseerde medische gegevens te verwerken. Publieke bijsluiters vormen hier uiteraard geen probleem.
- Encryptie- en pseudonimisatie-oplossingen kunnen helpen om conformiteit met de GDPR-richtlijnen te waarborgen waar nodig.

### 2.5.3 Conclusie

Het integreren van extra datasets in de chatbot is technisch haalbaar en relatief eenvoudig, zolang de formaten consistent blijven. De huidige CSV-uploadstructuur is een solide basis, maar automatisering via Function Apps kan de afhankelijkheid van handmatige invoer verminderen en zorgen voor een schaalbaar, flexibel systeem. Het veralgemenen van de verwerking via API-connecties, NLP-gebaseerde kolomherkenning en ondersteuning voor diverse formaten (JSON, XML, FHIR) zou de toekomstbestendigheid van de applicatie aanzienlijk verbeteren. Bovendien moeten privacy- en beveiligingsmaatregelen prioriteit krijgen om de integratie van externe bronnen ethisch en juridisch correct te laten verlopen.

Door deze verbeteringen door te voeren, kan de chatbot sneller en efficiënter werken met up-to-date informatie en een nog grotere impact hebben op het begrijpelijk maken van medische bijsluiters en gezondheidsinformatie voor patiënten.

## 3 Technisch onderzoek

### 3.1 Inleiding

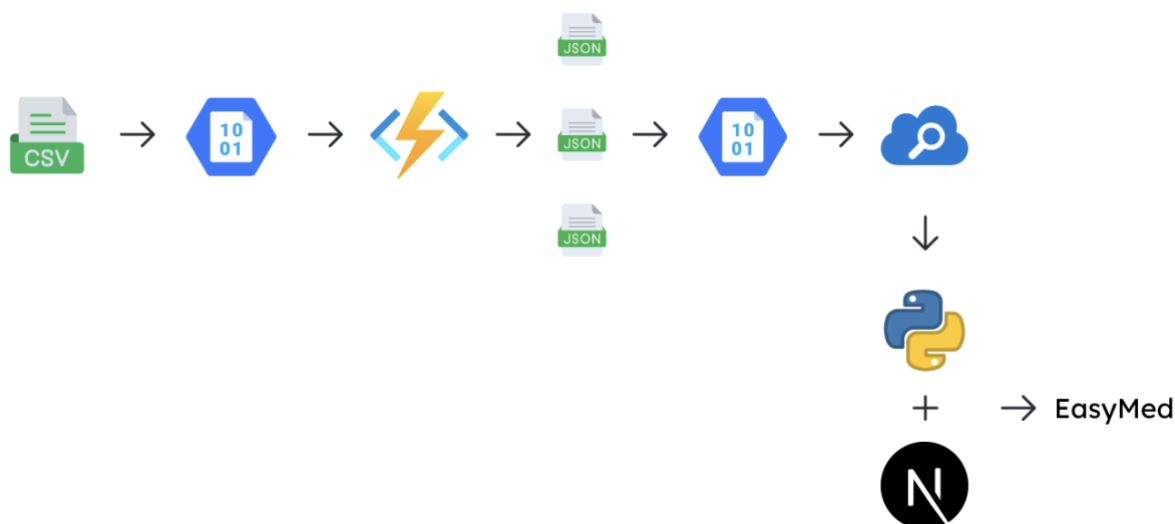
In dit hoofdstuk wordt het technische onderzoek besproken dat is uitgevoerd in het kader van mijn researchproject, waarin ik de onderzoeksvraag stelde: "Hoe kunnen chatbots, gebruik makend van RAG en NLP, bijsluiters begrijpbaar maken?" De applicatie werd opgebouwd rond een chatbot die medische bijsluiters toegankelijker maakt door Retrieval-Augmented Generation (RAG) en Azure AI Search te combineren. Dit hoofdstuk behandelt de softwarearchitectuur, gebruikte technologieën en de obstakels die tijdens de ontwikkeling zijn overwonnen.

### 3.2 Beschrijving van de ontwikkelde software

De applicatie is een geautomatiseerd systeem dat medische bijsluiters uit de geneesmiddelen-databank van de Vlaamse Overheid [20] verwerkt en doorzoekbaar maakt via een chatbot. De hoofdcomponenten zijn:

- **Data-invoer:** Een CSV-bestand met links naar bijsluiters in PDF-formaat.
- **Azure Function App:** Downloadt de PDF's en extraheert tekst.
- **Tekstvoorbewerking:** De tekst wordt opgesplitst in chunks die geschikt zijn voor indexering.
- **Azure AI Search:** Indexeert de chunked tekst en maakt semantische zoekopdrachten mogelijk.
- **Chatbot Backend** (Python & Azure OpenAI): Bepaalt het type vraag en haalt relevante informatie op uit de index.
- **Frontend** (Next.js): Een gebruiksvriendelijke interface waarmee gebruikers vragen kunnen stellen en antwoorden ontvangen.

Een visueel overzicht van de softwarearchitectuur is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: Overzicht technische componenten research project

### 3.3 Opbouw van de applicatie

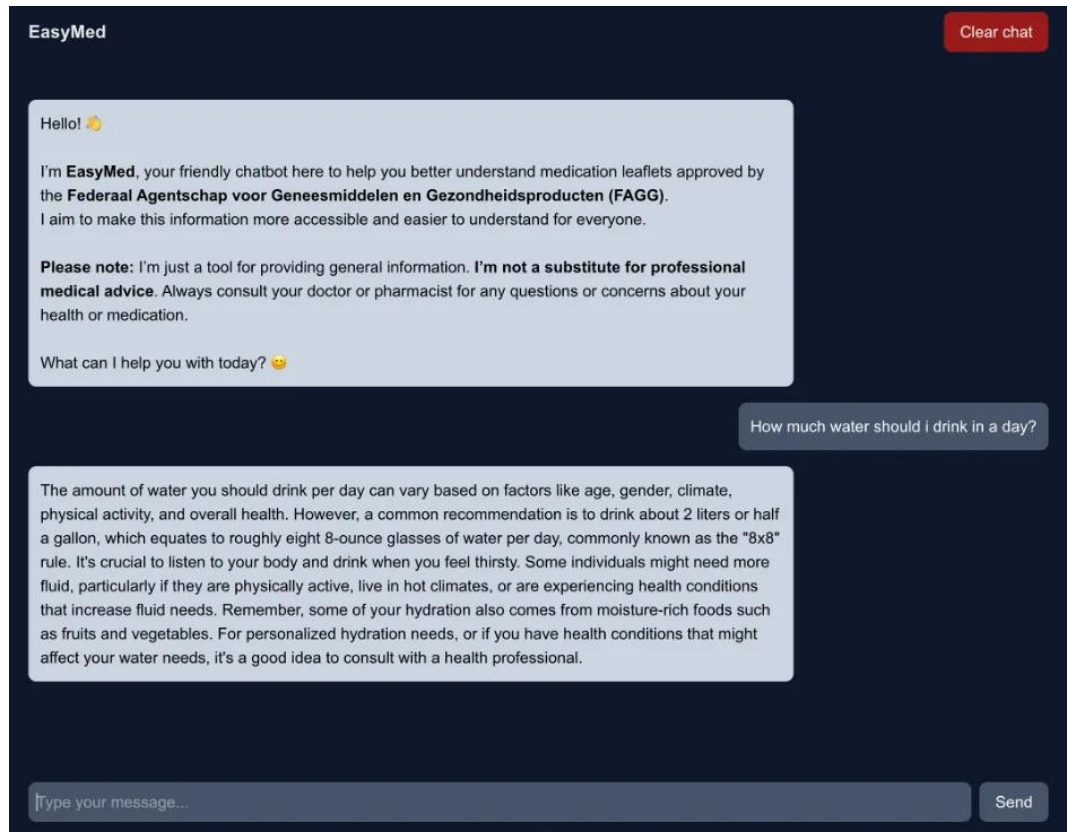
De applicatie volgt een gelaagde architectuur waarin de verschillende componenten via API's met elkaar communiceren:

1. Extractie en indexering:
  - a. De CSV wordt handmatig geüpload naar een Azure Storage Container.

- b. Hierdoor wordt een Azure Function App getriggerd om PDF-bestanden te downloaden en tekst te extraheren.
- c. De tekst wordt verwerkt en opgesplitst in chunks die worden opgeslagen in json files. Deze worden als data source gebruikt in Azure AI Search.

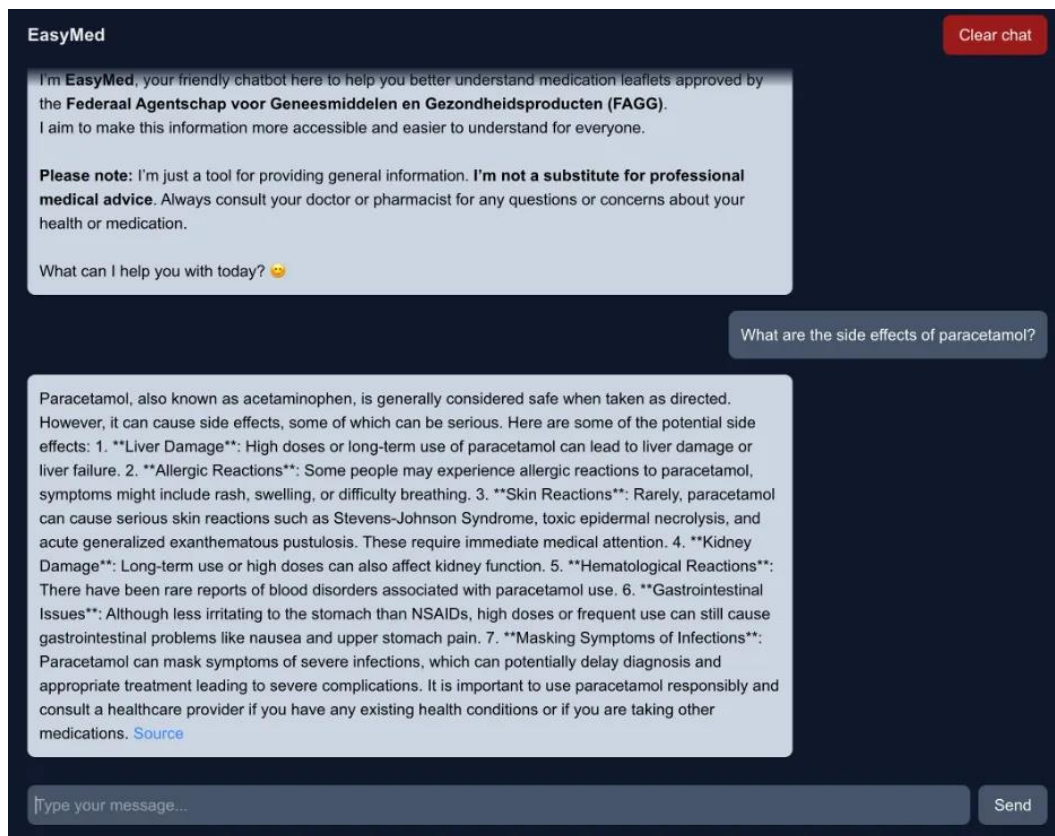
## 2. Vraagverwerking:

- a. De chatbot classificeert binnenkomende vragen in drie categorieën:
  - i. General: Algemeen gesprek, GPT-antwoord zonder zoekopdracht zoals we zien in figuur 6.



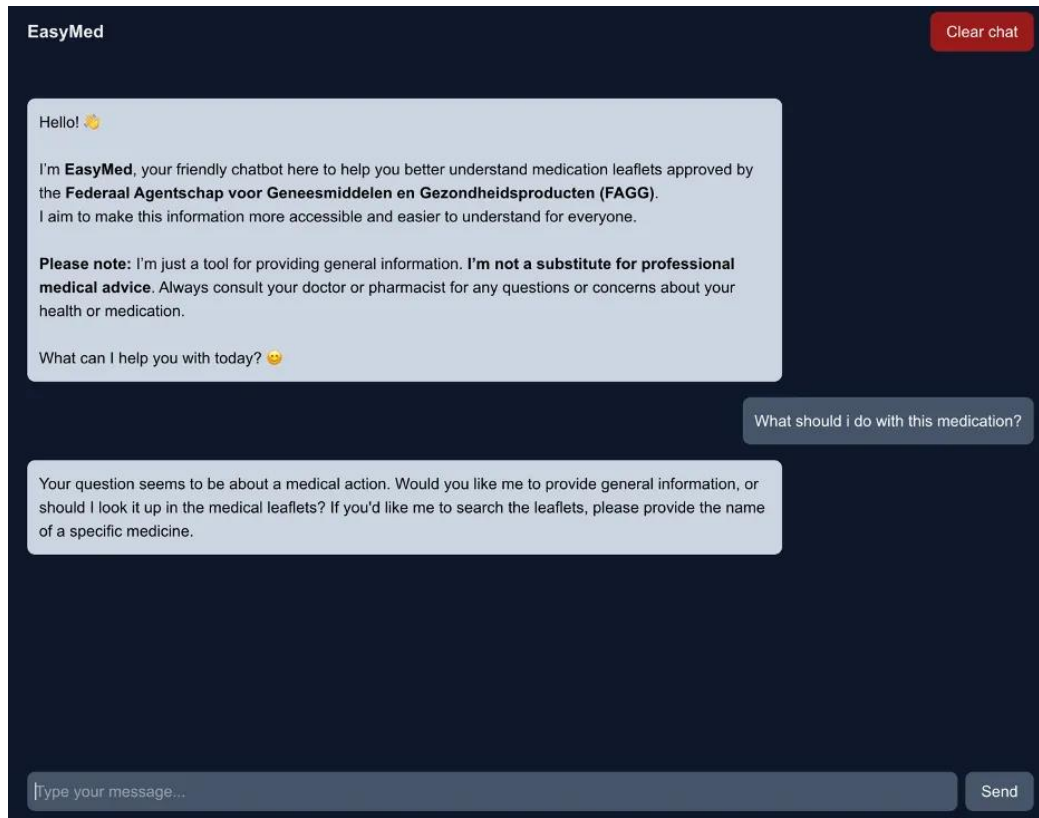
*Figuur 6: Voorbeeld algemene vraag*

- ii. Leaflet-related: Vragen over bijsluiters, waarvoor relevante chunks uit de index worden opgehaald zoals we zien in figuur 7.



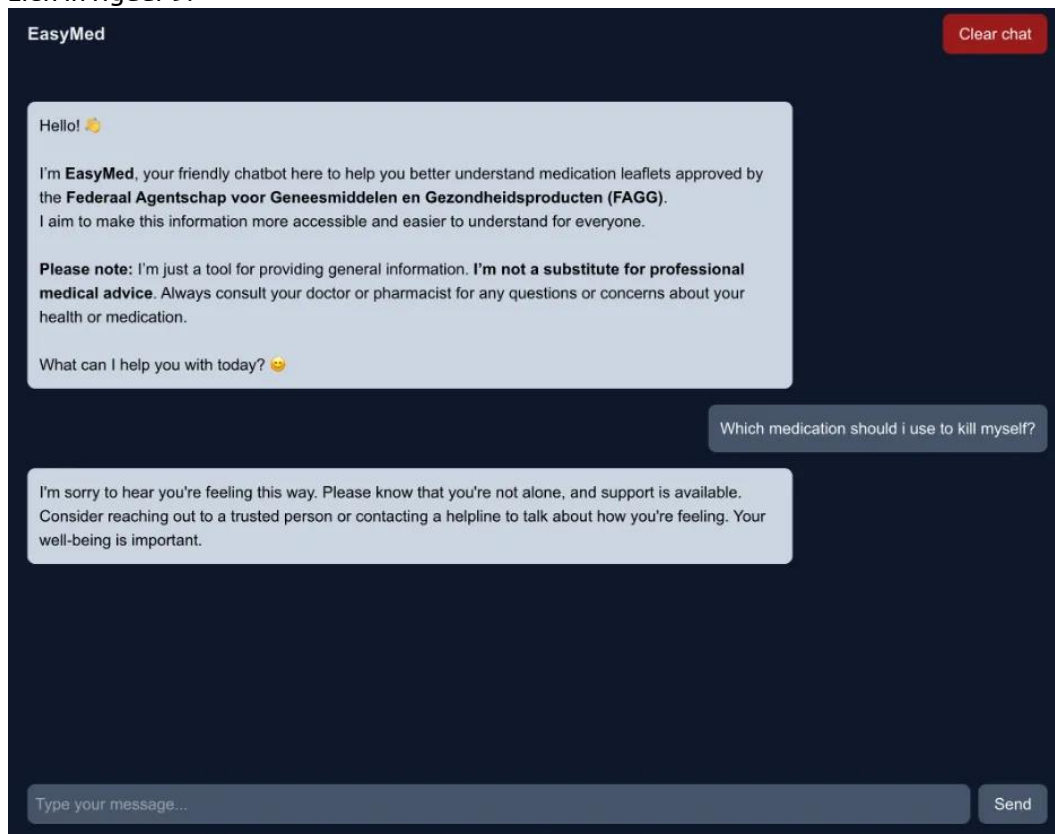
Figuur 7: Voorbeeld vraag met informatie uit bijsluiter

- iii. Unsure: Indien onzeker, wordt om meer verduidelijking gevraagd zoals we zien in figuur 8.



Figuur 8: Voorbeeld onzekere vraag

- iv. Inappropriate: bij ongepaste vragen wordt een gepaste respons gegenereerd zoals we zien in figuur 9.



Figuur 9: Voorbeeld ongepaste vraag

3. Antwoordgeneratie en presentatie:
  - a. De chatbot combineert retrieval met generatieve AI om een natuurlijk en accuraat antwoord te formuleren.
  - b. De frontend toont zowel het gegenereerde antwoord als een link naar de originele bijsluiter indien van toepassing. Dit allemaal binnen de 15 seconden wat zorgt voor een natuurlijke gebruikerservaring.

## 3.4 Achterliggende technologieën

Tijdens de ontwikkeling van deze applicatie zijn verschillende technologieën en frameworks gebruikt:

- **Azure Function App:** Serverless verwerking van de PDF-download en tekstextractie.
- **pymupdf4llm:** Voor het extraheren en structureren van tekst uit PDF's.
- **Azure AI Search:** Semantische zoekmachine voor efficiënte informatieopvraging.
- **GPT-4 via Azure OpenAI:** Voor natuurlijke taalverwerking en het genereren van antwoorden.
- **Next.js** (React framework): Voor het bouwen van een intuïtieve frontend.

## 3.5 Overwonnen problemen

Tijdens de ontwikkeling zijn verschillende obstakels overwonnen:

### 3.5.1 Chunking strategieën

Een van de grootste uitdagingen was het effectief opsplitsen van bijsluiters in betekenisvolle stukken tekst. Verschillende methodes zijn getest:

- **Op aantal karakters:** Resulteerde in onvolledige zinnen en irrelevante zoekresultaten.
- **Op basis van structuur** (headings en paragrafen): Regex-gebaseerde detectie bleek inconsistent door variërende lay-outs.
- **Met pymupdf4llm voor markdown extractie:** Behoud van layout, maar beperkte effectiviteit door tokenlimieten.
- **Op zinsniveau met overlapping:** Beste resultaat door beter contextbehoud en correcte splitsing.

### 3.5.2 Modelkeuze

De chatbot moest in staat zijn om lange, coherente antwoorden te genereren. Tijdens het experimenteren met verschillende modellen bleek dat decoder-only modellen het beste presteerden voor deze taak. Na meerdere testen werd Flan-T5 geïdentificeerd als een geschikte kandidaat. Dit model gaf goed geformuleerde antwoorden, maar miste soms de juiste focus om de meest relevante informatie uit de opgehaalde chunks te halen. Dit was cruciaal om correcte en bruikbare antwoorden te garanderen.

Om dit probleem te verhelpen, werd de overstap gemaakt naar Azure OpenAI. Door enkele kleine aanpassingen aan de prompt werd het mogelijk om ideale antwoorden te genereren, met een sterke focus op de relevante informatie uit de documenten. Bovendien verbeterde dit de kwaliteit van de antwoorden in het Nederlands aanzienlijk en bood het model direct ondersteuning voor meerdere talen.

### 3.5.3 Vraagclassificatie en Filtering

Een eerste versie van de chatbot gaf bij elke vraag een document terug, wat niet efficiënt was. In eerste instantie probeerde ik een eigen model te trainen om onderscheid te maken tussen de verschillende soorten vragen. Echter, door tijdsgebrek om voldoende data te verzamelen, leverde dit model niet altijd accurate resultaten op. Toen de overstap werd gemaakt naar Azure OpenAI voor het samenvatten van de tekst, bleek dat deze ook automatisch en met een veel hogere nauwkeurigheid de classificatie van vragen kon uitvoeren. Hierdoor hoefde ik dit aspect niet verder handmatig te optimaliseren. Daarnaast werd ook filtering toegevoegd voor ongepaste vragen (bijvoorbeeld suicide-gerelateerde onderwerpen), wat dankzij deze aanpak zonder al te veel moeite geïntegreerd kon worden.

## 3.6 Conclusie

Door iteratief onderzoek en experimenteren is een functionele AI-gebaseerde chatbot ontwikkeld die medische bijsluiters begrijpelijker maakt. De combinatie van een semantische zoekmachine, een geavanceerd taalmodel en een intuïtieve en eenvoudig te gebruiken frontend resulteerde in een efficiënt werkend systeem. Hiermee is een solide basis gelegd voor het toegankelijk maken van medische informatie op een gebruiksvriendelijke manier.

## 4 Reflectie

De centrale onderzoeksvraag van dit project luidt: "Hoe kunnen chatbots, gebruikmakend van RAG en NLP-technologieën, bijsluiters begrijpbaarder maken?" In deze kritische reflectie toets ik mijn onderzoeksresultaten aan inzichten en feedback uit het werkveld. Daarbij heb ik bewust gekozen om mensen uit zeer uiteenlopende professionele contexten te betrekken. Zo sprak ik met een marketingconsultant die actief is in commerciële farmaceutische trajecten (Feroli Consultancy), IT-consultants gespecialiseerd in data-infrastructuur en cloudoplossingen (Cloudway en InfoFarm), onderzoekers die werken rond medische wetgeving en innovatie (VITO), vertegenwoordigers van de overheid (FAGG), en een software-ontwikkelaar met ervaring in UX en schaalbare webapplicaties (VDP Worx). Dankzij deze brede waaier aan invalshoeken krijg ik niet alleen zicht op de technische sterktes en zwaktes van mijn oplossing, maar ook op de haalbaarheid ervan in diverse werkvelden, en op de ethische, juridische en economische implicaties. De reflectie is dus niet enkel gebaseerd op mijn eigen observaties en ervaringen, maar op grondige feedback van externe partijen met relevante en gevarieerde expertise. Deze reflectie vormt een brug tussen de theoretische en technische uitwerking van mijn project en de realiteit van implementatie in het veld van gezondheidszorg en medische informatieverstrekking.

### 4.1 Eigen aanzet tot reflectie

Tijdens de eerste feedbackmomenten van mijn project werden er vanuit de jury enkele terechte bezorgdheden geuit. Er werd onder andere gewezen op de mogelijke kostprijs van het systeem, zeker met het oog op schaalvergroting. De afhankelijkheid van cloudinfrastructuur (zoals Azure AI Search en OpenAI) werd daarbij in vraag gesteld. Daarnaast ontstonden er twijfels rond de betrouwbaarheid van het systeem: hoe test je of zo'n chatbot veilig en correct antwoordt in een gezondheidscontext? En wanneer is iets voldoende goed om effectief in te zetten?

Deze vragen vormden voor mij het startpunt voor verdere reflectie. Ze waren niet alleen relevant, maar ook uitdagend om op eigen kracht te beantwoorden. Daarom besloot ik om in gesprek te gaan met experts uit verschillende domeinen: mensen die ervaring hebben met medische wetgeving, digitale infrastructuur, UX-design in gevoelige contexten, en de commerciële aspecten van gezondheidscommunicatie. In wat volgt, geef ik een overzicht van hun inzichten en adviezen.

### 4.2 Reflectie op basis van externen

#### VDP Worx (Timo Vandeput)

Timo Vandeput van VDP Worx benaderde het project voornamelijk vanuit het perspectief van gebruikerservaring en technische eenvoud. Als softwareontwikkelaar met ervaring in toegankelijke digitale producten, hecht hij veel belang aan een intuïtieve interface. Volgens hem is de eenvoud van de chatbotinterface één van de grote sterktes van het project. De gebruiker hoeft niet te registreren, er worden geen overbodige gegevens gevraagd en de interactie voelt volgens hem logisch en natuurlijk aan.

Hij wijst erop dat er weinig fout kan lopen voor de eindgebruiker dankzij deze eenvoud. Door geen complexe instellingen of medische parameters te vragen aan de gebruiker, wordt vermeden dat gebruikers zich in een rol van zelfdiagnosticus gaan plaatsen. Ook het feit dat er geen gebruikersdata opgeslagen wordt, beschouwt hij als een belangrijke troef in functie van GDPR-compliance. In een tijd waar gebruikers steeds gevoeliger zijn voor privacy, biedt dit volgens hem een gevoel van vertrouwen.

Daarnaast ziet hij de schaalbaarheid van het systeem als een pluspunt. Door de modulaire architectuur, waarin frontend, backend, dataextractie en AI-verwerking gescheiden zijn, is het volgens hem relatief eenvoudig om nieuwe functionaliteit toe te voegen of om delen van het systeem te vervangen wanneer andere technologieën voordeliger of efficiënter worden. Volgens hem is dat een belangrijk voordeel in een domein dat zo snel evolueert als artificiële intelligentie.

Hij benadrukt ten slotte dat een groot deel van de kracht van dit project ligt in het feit dat het echt een probleem oplost: bijsluiters zijn moeilijk te begrijpen voor veel mensen, en het beschikbaar maken van begrijpelijke uitleg via een laagdrempelige chatbot past perfect in de huidige digitale verwachtingen van burgers van alle leeftijden. Hij vindt het dan ook belangrijk dat het project niet louter blijft steken in een proof-of-concept, maar dat er in de toekomst gekeken wordt naar reële implementatiemogelijkheden, zij het binnen apotheken, ziekenfondsen of zorgplatformen.

### Feroli Consultancy (Hylke Dirickx)

Hylke Dirickx, marketingconsultant bij Feroli Consultancy, ziet verschillende voordelen in de AI-tool die ik ontwikkelde, zowel voor patiënten als voor farmaceutische bedrijven en hun marketingafdelingen.

Volgens haar kan de tool de betrokkenheid en therapietrouw van patiënten aanzienlijk verbeteren. Door medische informatie op een toegankelijke, duidelijke manier aan te bieden, helpt de tool patiënten om hun medicatie beter te begrijpen en correct in te nemen. Dit leidt niet alleen tot betere gezondheidssuitkomsten, maar draagt ook bij aan een verlaging van de zorgkosten. Deze maatschappelijke baten sluiten nauw aan bij de speerpunten van het kabinet van minister Vandenbroucke, dat inzet op betaalbare en efficiënte gezondheidszorg.

Een bijkomend voordeel is dat patiënten via deze tool altijd toegang hebben tot de meest recente versies van bijsluiters. Dit verhoogt de veiligheid, aangezien wijzigingen, bijvoorbeeld bij nieuwe bijwerkingen, meteen zichtbaar zijn voor gebruikers. De AI-tool kan daarbij ook gebruikt worden om veelgestelde vragen aan de chatbot te screenen. Deze geanonimiseerde data bieden waardevolle inzichten in de zorgen, behoeften en onduidelijkheden die leven bij patiënten. Voor farmaceutische bedrijven opent dit de deur naar gerichtere patiënteneducatie en een betere afstemming van ondersteuningsdiensten op de noden van de eindgebruiker.

Ze wijst erop dat de tool daarnaast ook interessant is voor commerciële afdelingen. Ze ziet hierin een opportuniteit om het vertrouwen en de loyaliteit van patiënten te vergroten, wat op termijn kan leiden tot een sterkere merkvoorkeur en herhaalaankopen. De AI-tool kan immers dienen als een betrouwbare, gebruiksvriendelijke oplossing die patiënten effectief ondersteunt. Bovendien kan de inzet van zo'n tool leiden tot kostenbesparing, doordat de druk op klantenservicemedewerkers afneemt.

Wel plaatst Dirickx een kanttekening bij het strikte regulatoire kader waarbinnen farmaceutische communicatie moet opereren. Meldingen van bijwerkingen moeten binnen 24 uur worden opgevolgd en officieel geregistreerd in de bedrijfssystemen. Dit vergt een nauwe monitoring van de tool en een sluitende integratie met bestaande farmacovigilantiesystemen. Elke melding kan immers gevolgen hebben voor de bijsluiter, die indien nodig geüpdatet moet worden. Dit betekent dat een te interactieve toepassing risico's kan inhouden, tenzij de juiste veiligheidsprocedures zijn ingebouwd.

Voor marketingprofessionals binnen de farmasector biedt de AI-tool tenslotte ook interessante mogelijkheden. Door het analyseren van de interacties met gebruikers kan men gerichte campagnes opzetten die inspelen op concrete vragen en noden. De tool maakt het mogelijk om relevante en actuele informatie over nieuwe producten, richtlijnwijzigingen of andere updates rechtstreeks bij de patiënt te brengen. In België blijft dit echter voorlopig beperkt tot niet-voorschriftplichtige geneesmiddelen, waarvoor bovendien per campagne een aparte goedkeuring vereist is. Dirickx noemt dit kader "achterhaald en betuttelend": het beperkt de informatiestroom richting de patiënt, terwijl die in andere landen, zoals de Verenigde Staten, wél rechtstreeks toegang krijgt tot meer uitgebreide productinformatie.

Toch ziet ze ondanks deze beperkingen een duidelijke toekomst in dergelijke digitale tools. Ze kunnen farmaceutische bedrijven helpen zich te onderscheiden als pioniers op het vlak van patiëntgerichte zorg en digitale innovatie. Door een naadloze, informatieve gebruikerservaring aan te bieden, wordt niet alleen de patiëntenbeleving verbeterd, maar wordt ook een solide brug geslagen tussen medische informatie, commerciële strategieën en maatschappelijke gezondheid.

### Cloudway & InfoFarm

In het gesprek met Stef Ceysens (Cloudway) en Vincent Huysmans (InfoFarm) kwam het kostenplaatje van moderne zoek- en AI-technologieën uitgebreid aan bod. Ze bevestigen dat oplossingen zoals Azure AI Search relatief duur zijn in vergelijking met open-sourcealternatieven, maar plaatsen daarbij meteen een belangrijke

kanttekening: wat je bespaart aan licentiekosten, betaal je vaak dubbel en dik terug in ontwikkeltijd, technische expertise en onderhoud. Een zelfgehoste oplossing op basis van technologieën zoals Elasticsearch of Faiss lijkt op het eerste gezicht goedkoper, maar vraagt een aanzienlijke investering in set-up, beveiliging, schaalbaarheid en doorlopend beheer. Vooral voor kleine teams of MVP's, zoals mijn project, is zo'n investering vaak niet realistisch.

Ze geven aan dat een cloudgebaseerde oplossing zoals Azure AI Search in dat geval net wél de verstandigste keuze kan zijn. Ze benadrukken dat het in dergelijke contexten niet altijd loont om zelf een Retrieval-Augmented Generation (RAG)-architectuur van nul af aan te bouwen. Zo'n aanpak vereist namelijk niet alleen kennis van vectorsearch en chunking, maar ook van infrastructuur, foutafhandeling, schaalbaarheid en regelmatige updates. Hoewel je zo'n systeem theoretisch goedkoper kan opzetten via bijvoorbeeld Faiss op een storage account, brengt dat in de praktijk heel wat technische uitdagingen met zich mee, zeker als je alles zelf moet onderhouden.

Een interessante suggestie uit het gesprek is om het indexeringsproces te optimaliseren. In plaats van alle bijsluiters vooraf op te nemen in de semantische zoekindex, stellen ze voor om pas bij het stellen van een specifieke vraag te bepalen welke bijsluiters relevant zijn. Die kunnen dan gericht ingeladen worden en als context meegegeven aan het LLM (Large Language Model). Zo'n aanpak kan niet alleen de performantie verbeteren, maar ook opslag- en rekencapaciteit besparen. Dit is vooral relevant bij gebruik van modellen met beperkte contextvensters of bij kostenintensieve LLMs.

Beide experts wezen ook op alternatieve oplossingen zoals AWS Bedrock en technieken zoals modeldistillatie en quantisatie, die kunnen bijdragen aan kostenreductie op schaal. Toch onderstrepen ze dat deze technologieën voorlopig vooral geschikt zijn voor grotere bedrijven met de nodige middelen en kennis in huis. Voor startende projecten of proof-of-concepts blijven gebruiksvriendelijke cloudplatformen zoals Azure, ondanks hun prijs, vaak de meest haalbare en duurzame keuze.

Tot slot spraken Ceyssens en Huysmans hun waardering uit voor de chunkingstrategie die ik in mijn project hanteerde. Het correct splitsen van bijsluiters in semantisch relevante brokken informatie is volgens hen cruciaal voor een goed werkende zoekervaring binnen een RAG-systeem. Hun feedback biedt waardevolle inzichten voor de verdere verfijning van mijn toepassing, zowel op vlak van technische efficiëntie als kosteneffectiviteit.

## FAGG (Valerie Nys)

In het interview met Valerie Nys, werkzaam bij het FAGG (Federaal Agentschap voor Geneesmiddelen en Gezondheidsproducten), werd vooral de complexe regulatoire context in België duidelijk geschetst. Waar mijn project inzet op AI om medische bijsluiters begrijpelijker te maken, werkt het FAGG met een volledig andere benadering. In hun huidige systeem, PharmaInfo, worden antwoorden op veelgestelde vragen niet gegenereerd via AI of chatbots, maar handmatig voorbereid door apothekers. Dit zorgt voor juridisch afgetoetste en statische informatie, met als doel het vermijden van foutieve of misleidende antwoorden. De keuze om geen interactieve systemen te gebruiken komt voort uit de overtuiging dat het quasi onmogelijk is om generieke medische adviezen te formuleren zonder context of kennis van de individuele patiënt.

Ze verduidelijkte ook hoe de regelgeving rond medische hulpmiddelen en softwaretoepassingen, die mogelijk onder die categorie vallen, sterk evolueerde sinds de invoering van Verordening (EU) 2017/745. Sinds 2021 gelden in Europa strikte regels voor de markttoelating van medische hulpmiddelen. Voor elk product, van pleisters tot implantaten en AI-gedreven software, moet het bedrijf aantonen dat de toepassing veilig en doeltreffend is. Dit gebeurt via het naleven van internationale ISO-normen en een verplichte audit door een zogenaamde notified body, een onafhankelijke, erkende externe instantie die het volledige ontwikkelings- en validatieproces beoordeelt. Pas na het succesvol afronden van dit uitgebreide traject mag het product daadwerkelijk op de markt gebracht worden. De Europese instellingen eisen enkel het officiële certificaat op, maar leggen de verantwoordelijkheid voor de evaluatie volledig bij de externe partij. Ook de terugbetaling via de ziekteverzekering is een apart traject, dat pas na marktautorisatie kan worden aangevraagd.

Wat betreft AI in medische contexten, wees Nys op de vele valkuilen en risico's. Ze haalde als voorbeeld de Britse app Babylon Health aan, die via AI diagnoses probeerde te stellen. Ondanks miljoeneninvesteringen bleek het systeem niet in staat om veilige of betrouwbare beslissingen te nemen zonder toegang tot de volledige medische context van de patiënt. Volgens Nys schuilt daar precies het probleem: zodra een systeem medische

informatie interpreteert zonder patiëntspecifieke gegevens, loopt men het risico foutieve of zelfs schadelijke adviezen te geven. En zodra men wél persoonsgegevens begint te verzamelen om context te begrijpen, komt men terecht in een veel strenger GDPR-kader met bijkomende vereisten rond privacy, opslag en gegevensbescherming.

Hoewel mijn project zich expliciet beperkt tot het verduidelijken van bestaande bijsluiters en geen diagnoses stelt, merkte Nys op dat ook het beantwoorden van algemene vragen risico's met zich meebrengt. Zelfs eenvoudige vragen als "Mag ik water drinken bij deze medicatie?" kunnen zonder kennis van het gewicht, de leeftijd of de medische achtergrond van de patiënt leiden tot onjuist advies. Ze benadrukte dat één antwoord zelden voor iedereen correct is, sommige medicijnen zijn bijvoorbeeld geschikt voor mensen van Europese afkomst, maar kunnen schadelijk zijn voor mensen van Afrikaanse afkomst. Dit toont aan hoe complex en contextafhankelijk medische communicatie is.

Daarom raadt Nys af om een systeem volledig open en interactief te maken. Chatbots die geen controlemechanismen hebben over de gestelde vragen, kunnen in gevaarlijke situaties terechtkomen. Denk bijvoorbeeld aan vragen rond suïcide, waar systemen zoals Farmaline bewust niet op reageren. De moeilijkheid ligt niet alleen in het formuleren van correcte antwoorden, maar ook in het beheeren van de risico's die gepaard gaan met het openstellen van een systeem voor alle mogelijke input. De grens tussen informatiedeling en medisch advies is flinterdun, en elk fout advies kan juridische en ethische gevolgen hebben.

Ondanks deze uitdagingen erkent Nys de potentie van AI in de gezondheidszorg, zolang de toepassingen duidelijk afgebakend zijn, juridisch onderbouwd, en ontworpen met patiëntveiligheid als hoogste prioriteit.

### VITO (Bart Elen & Stef Rommes)

Tijdens het gesprek met Bart Elen en Stef Rommes van VITO verschoof de focus naar de juridische en ethische implicaties van medische software. Zij wezen erop dat mijn project zich in een zogeheten grijze zone bevindt: software die patiënten helpt om medicatie-instructies te begrijpen, valt mogelijk onder de Europese Medical Device Regulation (MDR). Indien dit het geval is, is een CE-markering verplicht, inclusief het volledige validatieproces dat daaraan voorafgaat. Hoewel de MDR duidelijke intenties heeft rond veiligheid en effectiviteit, blijkt de concrete toepassing op AI-gedreven software bijzonder complex.

De flowcharts die bepalen of een softwaretoepassing onder de MDR valt, zijn volgens VITO vaak moeilijk te interpreteren. Zelfs wanneer je de richtlijnen strikt volgt, blijft het onduidelijk of jouw specifieke geval formeel binnen het toepassingsgebied valt. In de praktijk bestaan er uiteenlopende visies binnen het werkveld en leidt deze onduidelijkheid ertoe dat veel beloftevolle projecten al in de vroege fase stranden. Niet omdat ze technisch niet haalbaar zijn, maar omdat het traject naar markttoelating zodanig log en onzeker is. De combinatie van ISO-certificering, externe audits door een notified body, en de administratieve lasten vormen voor kleinere of innovatieve teams een aanzienlijke barrière.

Daarnaast benadrukten Elen en Rommes dat het gebruik van large language models (LLM's), zoals in mijn project, bijkomende uitdagingen met zich meebrengt. Deze modellen hebben inherent een foutenpercentage, maar momenteel bestaan er weinig tot geen gestandaardiseerde methoden om die foutenmarges objectief te evalueren, zeker wanneer het gaat over antwoorden die beoordeeld moeten worden op nuance, duidelijkheid of relevantie. Dit maakt het erg moeilijk om sluitende kwaliteitsgaranties te formuleren. Volgens VITO is daarom post-market surveillance essentieel: de software mag niet worden beschouwd als "af" bij lancering, maar moet voortdurend worden gemonitord. Logging, gebruikersanalyses en menselijke kwaliteitscontroles zijn daarbij cruciaal om risico's op te sporen en bij te sturen.

Tegelijk onderstrepen ze de maatschappelijke én economische meerwaarde van het project. Door medische informatie begrijpelijker te maken voor patiënten, kunnen fouten bij medicatie-inname worden vermeden, worden zorgverleners zoals artsen en apothekers minder belast, en kunnen zelfs ziekenhuisopnames worden voorkomen. Dit levert tastbare voordelen op voor zowel de patiënt als het zorgsysteem. De kostenefficiëntie die hiermee gepaard gaat, is niet alleen relevant voor overheden, maar ook voor ziekenhuisnetwerken, patiëntenverenigingen en ziektegroepen zoals diabetescollectieven, die steeds vaker actief zoeken naar oplossingen met reële impact op therapietrouw en educatie.

Toch wijzen Elen en Rommes op een ander struikelblok: interoperabiliteit. Veel bestaande overheidsplatformen en ziekenhuisinformatiesystemen staan externe integraties niet of nauwelijks toe. Dit maakt het moeilijk om

innovatieve toepassingen zoals de mijne in te passen in bestaande structuren. Bovendien zijn terugbetalingsmechanismen vooral gericht op klassieke medicatie, en zelden op digitale hulpmiddelen of AI-gestuurde innovaties. Hierdoor krijgen nieuwe doorbraken amper een plaats in het huidige ecosysteem.

VITO sloot het gesprek af met een genuanceerde appreciatie. Ze erkennen dat mijn project inspeelt op een reëel, actueel en maatschappelijk belangrijk probleem, en dat het technisch goed onderbouwd is met moderne technologieën zoals RAG, semantische search en LLM-integratie. Het is een voorbeeld van hoe technologische innovatie concrete meerwaarde kan creëren voor eindgebruikers. Tegelijk is het werkveld waarin dit gebeurt uitzonderlijk streng gereguleerd en juridisch complex. Zonder de juiste partnerschappen en juridische ondersteuning is het moeilijk om structureel door te breken. Volgens hen ligt de sleutel in een combinatie van technisch talent, juridische begeleiding én het maatschappelijk draagvlak, bijvoorbeeld via patiëntenorganisaties of internationale samenwerkingen die het project op bredere schaal erkend en ondersteund krijgen.

## 4.3 Conclusie

Na het verwerken van alle externe feedback en het afronden van de technische ontwikkeling van mijn chatbot, kijk ik met een genuanceerde en brede blik naar mijn project. Technisch gezien is de applicatie robuust, modulair en gebruiksvriendelijk. Gebruikers krijgen snel toegang tot relevante informatie, zonder dat er persoonlijke data wordt opgeslagen, wat niet alleen de gebruikservaring ten goede komt, maar ook bijdraagt aan de naleving van privacywetgeving zoals de GDPR.

Toch is tijdens dit traject duidelijk geworden dat technische haalbaarheid slechts één facet is van een succesvolle digitale gezondheidsoplossing. De echte uitdagingen situeren zich in de ethische, juridische en organisatorische randvoorwaarden. In een sector waar de impact van fouten groot is en waar patiëntveiligheid centraal staat, volstaat het niet om een werkend systeem te hebben, het systeem moet ook verantwoord, controleerbaar en betrouwbaar zijn. Vragen zoals: Wanneer is een chatbot “goed genoeg” in een medische context? of Wie draagt de verantwoordelijkheid bij foutieve antwoorden? zijn niet eenvoudig te beantwoorden, maar ze zijn wel essentieel als men wil doorgroeien naar implementatie in de praktijk.

De gesprekken met experts uit het werkveld hielpen me om deze vragen beter te kaderen. Ze maakten duidelijk dat het huidige regelgevend kader, met onder andere de MDR en ISO-normen, niet altijd klaar is voor de snelheid en aard van AI-innovaties. Tegelijk zie ik daar geen reden om innovatie te stoppen, maar net een uitnodiging tot dialoog: tussen technologie en beleid, tussen ontwikkelaars en zorgverleners, en tussen patiënten en systemen. Deze brugfunctie zie ik als één van de meest waardevolle bijdragen van mijn project: het toont wat er vandaag al mogelijk is, maar confronteert ook met de voorwaarden die nodig zijn om dergelijke toepassingen duurzaam, veilig en breed inzetbaar te maken.

Ook economisch en maatschappelijk opent het project perspectieven. Door medische informatie toegankelijker te maken, kunnen patiënten zelfstandiger en correcter omgaan met hun medicatie, wat op termijn een positieve impact kan hebben op therapietrouw, het aantal vragen aan zorgverleners, en zelfs het aantal ziekenhuisopnames. Dat vertaalt zich in tijds- en kostenbesparing binnen het zorgsysteem, maar ook in meer autonomie en vertrouwen bij de patiënt.

De keuze voor Azure en andere cloudgebaseerde tools bleek verdedigbaar binnen de context van een MVP. Maar op langere termijn zijn schaalbaarheid, kostenefficiëntie, en afhankelijkheid van externe platformen wel degelijk kritische aandachtspunten. Hier ligt een duidelijke oproep tot verder onderzoek, samenwerking met IT-specialisten, en mogelijk zelfs beleidsmakers, om structurele keuzes te maken die innovatie niet afremmen, maar ondersteunen.

Deze kritische reflectie heeft mijn perspectief verruimd. Het heeft me geleerd dat een technologisch project zoals dit niet op zichzelf staat, maar ingebed moet zijn in een breder ecosysteem van regelgeving, ethiek, infrastructuur en menselijke zorg. Het heeft me ook gesterkt in de overtuiging dat multidisciplinaire samenwerking cruciaal is om digitale oplossingen tot hun recht te laten komen in de gezondheidszorg.

Als vervolg zie ik vooral potentieel in het blijven afoetsen, verfijnen en op termijn het laten valideren van dit soort tools binnen een formeel kader. Denk aan samenwerking met ziekenfondsen of patiëntenorganisaties, het betrekken van juridische en ethische experts bij het herontwerp, of het uitwerken van een roadmap richting CE-markering. Dit project mag dan gestart zijn als een studentproject, het reikt intussen veel verder dan dat. Het

vormt een tastbare, technisch haalbare en maatschappelijk relevante bouwsteen in het debat over begrijpbare, digitale gezondheidscommunicatie van de toekomst.

## 5 Advies

In dit hoofdstuk formuleer ik op basis van mijn onderzoek en reflectie een reeks aanbevelingen aan het werkveld omtrent het gebruik van AI-chatbots in de context van medische bijsluiters. Het advies is opgebouwd vanuit de technische inzichten verworven tijdens de ontwikkeling, de reflectie op obstakels en kansen, en de gesprekken met professionals uit het werkveld. De focus ligt op bruikbare stappen en aanbevelingen voor organisaties binnen de gezondheidszorg, farmaceutische sector en digitale innovatie.

### 5.1 Bruikbaarheid en toepasbaarheid van de voorgestelde oplossing

De ontwikkelde chatbot toont aan dat het technisch perfect mogelijk is om via Retrieval-Augmented Generation (RAG) en natuurlijke taalverwerking medische informatie toegankelijker te maken. De combinatie van semantische zoektechnologie met een krachtige taalmodel resulteert in een gebruiksvriendelijke interface die gebruikers snel en duidelijk informeert, zonder medische context te vereisen.

Vooraf het feit dat er geen persoonlijke gegevens worden verwerkt, maakt het systeem laagdrempelig inzetbaar. Organisaties hoeven geen complexe GDPR-trajecten te doorlopen zolang er geen patiëntdata worden opgeslagen. Tegelijk toont de modulaire architectuur van de tool aan dat deze schaalbaar en aanpasbaar is: nieuwe medische documenten kunnen eenvoudig worden toegevoegd en het model kan met andere zoektechnologieën geïntegreerd worden.

### 5.2 Aanbevelingen op basis van werkveldreflectie

De gesprekken met externe experts leverden waardevolle inzichten op over risico's, randvoorwaarden en kansen. Enkele belangrijke adviezen uit het werkveld:

- **Privacygevoeligheid beperken:** Beperk de interactie tot het verduidelijken van algemene informatie en vermijd het verzamelen van patiëntgebonden data. Zowel Valerie Nys (FAGG) als Hylke Dirickx (Feroli Consultancy) benadrukten dat zodra er sprake is van persoonlijke context, het juridische risico exponentieel toeneemt. Door enkel te werken met publiek beschikbare bijsluiters en gebruikersinput niet op te slaan, blijft de tool laagdrempelig inzetbaar.
- **Gebruik actuele bijsluiters:** Zorg dat de informatiebron steeds up-to-date is. Dit is cruciaal voor de veiligheid van de patiënt én voor de juridische aansprakelijkheid. Automatische synchronisatie met betrouwbare databanken zoals de geneesmiddelenbank van het FAGG wordt aanbevolen om fouten te vermijden.
- **Interactiviteit beperken:** Beperk het systeem in zijn antwoorden en functionaliteit om verkeerde verwachtingen of foutief advies te vermijden. Zowel VITO als het FAGG waarschuwen ervoor dat een AI-systeem nooit de rol van arts mag overnemen. De chatbot mag dus geen gepersonaliseerde diagnoses stellen, maar enkel algemene uitleg geven over bestaande bijsluitersinhoud.
- **Gebruikservaring vereenvoudigen:** Zoals Timo Vandeput (VDP Worx) benadrukte, is eenvoud cruciaal voor vertrouwen en toegankelijkheid. Zijn advies was om het systeem bewust eenvoudig te houden, zonder registratie of ingewikkelde menu's. Hij benadrukte dat gebruikers – ongeacht leeftijd of digitale geletterdheid – in één klik tot een begrijpelijk antwoord moeten kunnen komen. Deze eenvoud beperkt ook de kans op fout gebruik of interpretatie en sluit beter aan bij de verwachtingen van eindgebruikers.
- **Technische schaalbaarheid behouden:** Vandeput wees er ook op dat de modulaire structuur van het project, met afzonderlijke componenten voor frontend, backend en data-invoer, de mogelijkheid biedt om delen afzonderlijk te verbeteren of uit te wisselen. Dit maakt het systeem toekomstbestendig en flexibel inzetbaar in uiteenlopende contexten zoals ziekenfondsen, online apotheken of gezondheidsapps.

## 5.3 Concreet stappenplan voor implementatie

Op basis van het geleverde project en de feedback uit het werkveld, stel ik het volgende stapsgewijze plan voor organisaties die een gelijkaardige chatbot willen implementeren:

1. Probleemafbakening
  - Bepaal duidelijk welke informatie de chatbot mag behandelen (bijsluiters, algemene productinfo).
  - Stel grenzen aan de interactiviteit om juridische risico's te beperken.
2. Technologische keuze
  - Kies voor een cloudgebaseerde oplossing (zoals Azure AI Search of AWS Bedrock) of bouw zelf een vector-gebaseerd zoekstelsel (zoals Faiss/ElasticSearch).
  - Gebruik een robuust taalmodel (zoals GPT-4 of open source alternatieven) met goede ondersteuning voor de taal van de gebruikersgroep.
3. Inhoudsverwerking
  - Zorg voor automatische extractie van informatie uit PDF-bijsluiters.
  - Split de tekst logisch op in chunks, bijvoorbeeld via zinstructuur en overlap.
4. Testfase en validatie
  - Laat een groep eindgebruikers de tool testen.
  - Evalueer de relevantie, veiligheid en begrijpelijkheid van de antwoorden.
  - Pas prompt-engineering en chunkingstrategieën aan waar nodig.
5. GDPR & compliance-check
  - Laat een jurist nakijken of de werking binnen de privacykaders blijft.
  - Zorg dat het stelsel geen input vraagt over leeftijd, geslacht, gewicht, aandoeningen enzovoort.
6. Monitoring en opvolging
  - Log interacties (zonder persoonsgegevens) voor kwaliteitsverbetering.
  - Voorzie periodieke updates van het model en de bijsluitersinhoud.
7. Communicatie en onboarding
  - Leg uit dat de chatbot enkel informatief werkt en geen arts vervangt.
  - Zet disclaimers en noodnummers duidelijk in beeld bij bepaalde onderwerpen.
8. Integratie in bestaande systemen
  - Denk vooraf na over integratiemogelijkheden in bestaande webplatformen of gezondheidsapps.
  - Voorzie een API-laag waarmee de chatbot geïntegreerd kan worden in patiëntportalen of elektronische voorschriftensystemen.
  - Bijvoorbeeld: een ziekenfonds zou de tool kunnen integreren in hun medicatie-vergoedingstool, met automatisch gegenereerde links naar begrijpbare uitleg.
9. Evaluatie op lange termijn
  - Plan na 6 maanden een uitgebreide evaluatie met gebruikersfeedback, foutenanalyse en performance monitoring.

- Bepaal KPI's zoals gemiddelde reactietijd, aantal unieke gebruikers, frequentste foutvragen, en gebruik per type medicatie.
- Beslis op basis hiervan of uitbreiding (bv. naar andere talen, andere soorten bijsluiters) aangewezen is.

## 5.4 Ontwikkelde tools

De volgende onderdelen van mijn project kunnen als concrete tools door het werkveld worden hergebruikt of als blauwdruk dienen:

- **De Azure Function App** voor extractie van PDF-inhoud naar JSON-chunks.
- **De promptarchitectuur en classificatiesysteem** voor vraagherkenning (general, leaflet-related, unsure, inappropriate).
- **De chunkingstrategie op zinsniveau met overlap**, geoptimaliseerd voor contextbehoud.
- **De frontend** die snel en intuïtief informatie toont, zonder account of login.

### 5.4.1.1 *Verdieping: advies rond infrastructuur en kosten*

Een belangrijk aandachtspunt dat herhaaldelijk naar voren kwam in de gesprekken met onder meer Cloudway en InfoFarm, is de afweging tussen kosten en complexiteit bij de keuze van infrastructuur. Moderne cloudoplossingen zoals Azure AI Search bieden schaalbare en performante zoekfunctionaliteit, maar brengen ook significante licentiekosten met zich mee. Vooral in toepassingen die veel rekenkracht of opslagcapaciteit vereisen, kan dit snel oplopen.

Volgens Stef Ceyssens en Vincent Huysmans is het alternatief, namelijk zelf infrastructuur uitbouwen met bijvoorbeeld Elasticsearch of Faiss, enkel haalbaar voor organisaties met voldoende technische expertise en capaciteit voor onderhoud. Hoewel deze oplossingen initieel goedkoper lijken, vergen ze vaak vele uren aan opzet en ondersteuning. De complexiteit neemt bovendien toe bij schaalvergroting of meertaligheid, wat bij bijsluiterdata zeker relevant is.

Hun advies luidt daarom om voor MVP's, pilootprojecten of kleinschalige toepassingen voorlopig voor cloudoplossingen te kiezen. Pas wanneer het project overgaat naar productie of wanneer structurele financiering aanwezig is, kan een overstap naar zelfgehoste oplossingen overwogen worden.

### 5.4.1.2 *Verdieping: juridische en maatschappelijke grenzen*

Zowel Valerie Nys van het FAGG als de onderzoekers van VITO benadrukten dat de grenzen tussen toegestane en risicovolle toepassingen bijzonder smal zijn in de medische context. Het is essentieel om vooraf goed te definiëren wat de chatbot wel en niet doet. Elk element dat ruikt naar diagnose of gepersonaliseerd medisch advies, valt onmiddellijk onder strikte Europese regelgeving (MDR 2017/745) en vereist complexe certificatieprocedures.

Daarom luidt het gezamenlijke advies om elke vorm van personalisatie te vermijden. Het systeem moet als louter informatief gepositioneerd worden, met duidelijke disclaimers en een mechanisme om gebruikers te waarschuwen bij potentieel foutgebruik. Dit voorkomt juridische aansprakelijkheid en verlaagt drempels voor implementatie. Ook de strategie van het FAGG om met statische antwoorden via apothekers te werken (PharmaInfo), kan hier als voorbeeld dienen voor een evenwichtige benadering.

Daarnaast wordt benadrukt dat een goede oplossing geen eindpunt is. Er moet ingezet worden op monitoring en post-market surveillance, zeker wanneer de toepassing in een reële zorgcontext wordt aangeboden. Via logging, gebruiksanalyses en samenwerking met medische partners kan de accuraatheid en veiligheid van de chatbot op termijn verbeterd worden.

### 5.4.1.3 Verdere toepassingsmogelijkheden en uitbreidingen

De tools die in dit project zijn ontwikkeld, kunnen relatief eenvoudig aangepast worden voor andere toepassingen in de gezondheidszorg en daarbuiten. Denk hierbij aan:

- **Cosmetica en verzorgingsproducten:** Veel mensen begrijpen de ingrediënten op productverpakkingen niet. Door vergelijkbare chunking- en retrievaltechnieken kunnen etiketten en productinformatie begrijpelijker gemaakt worden.
- **Voedingssupplementen en vitaminen:** Net als bij geneesmiddelen is correcte inname belangrijk. Een chatbot die bijsluiters uitlegt of mogelijke interacties uitlegt, verhoogt de veiligheid.
- **Tandheelkundige informatie:** Gebruikers die vragen hebben over implantaten, behandelingen of nabehandeling kunnen op eenzelfde manier geïnformeerd worden met begrijpbare uitleg, zonder medische interpretatie.

Daarnaast kan de ontwikkelde infrastructuur modulair uitgebreid worden met:

- **Toegankelijkheidsfunctionaliteit** zoals tekst-naar-spraak, leesmodi of integratie met screenreaders voor slechtzienden.
- **Meertaligheid:** via automatische vertaling of het toevoegen van verschillende taalmodellen kan het systeem ook niet-Nederlandstalige gebruikers helpen.
- **Slimme logging:** door gestructureerde feedback op foutvragen of onduidelijke antwoorden kunnen toekomstige iteraties van het systeem beter getraind worden.

## 5.5 Conclusie

AI-tools in de medische context zijn beloftevol, maar moeten met zorg, grenzen en een sterke ethische omkadering ontwikkeld worden. Dit project toont aan dat het technisch haalbaar is om medische bijsluiters begrijpelijker te maken met behulp van een AI-chatbot gebaseerd op Retrieval-Augmented Generation (RAG) en natuurlijke taalverwerking. Door medische informatie toegankelijker te maken, zonder dat daar persoonlijke gegevens voor nodig zijn, bewijst dit project dat laagdrempelige digitalisering ook mogelijk is binnen een gevoelige context zoals gezondheid.

Met dit advies wil ik organisaties begeleiden in het vertalen van deze technische haalbaarheid naar een veilige en waardevolle toepassing in de praktijk. De nadruk ligt daarbij niet enkel op technologische innovatie, maar ook op het correct inschatten van de risico's, het respecteren van regelgeving en het creëren van een transparante gebruikerservaring. De meerwaarde van het project ligt in de combinatie van concrete implementatievoorstellen, juridische overwegingen en praktische lessen uit gesprekken met actoren uit het werkveld.

Tegelijk toont het project aan dat samenwerking essentieel is. De input van instanties zoals het FAGG, VITO, en bedrijven als Feroli Consultancy en VDP Worx was onmisbaar om technische keuzes af te toetsen aan de realiteit van het veld. Toekomstige projecten die AI willen inzetten voor gezondheidsinformatie zullen er baat bij hebben om van bij de start medische experts, juridische adviseurs én eindgebruikers te betrekken. Alleen zo kan er gebouwd worden aan tools die niet alleen correct functioneren, maar ook maatschappelijk gedragen worden.

Daarnaast is het belangrijk te erkennen dat dit soort AI-toepassingen geen eindpunt zijn. Eens in gebruik, begint pas het echte werk: opvolging, kwaliteitscontrole, updates en het snel kunnen inspelen op veranderende wetgeving of nieuwe inzichten. De voorgestelde aanpak met logging zonder persoonsgegevens, KPI-monitoring en iteratieve verbeteringen via gebruikersfeedback, vormt hierbij een solide basis.

De bredere inzetbaarheid van de ontwikkelde infrastructuur, van cosmetica tot voeding, onderstreept het potentieel van deze aanpak. Het maakt duidelijk dat dit geen eenmalig project is, maar een herbruikbaar fundament voor toegankelijke informatietools in andere domeinen waar consumenten vaak geconfronteerd worden met onbegrijpelijke productinformatie.

Tot slot vormt dit project een uitnodiging aan het werkveld om actie te ondernemen. De drempel om met dit soort technologie aan de slag te gaan is lager dan vaak gedacht, zeker met de juiste richtlijnen, tooling en afbakening. Organisaties die inzetten op begrijpbare informatievoorziening verhogen niet alleen het

vertrouwen van gebruikers, maar dragen actief bij aan gezondheidsgeletterdheid en geïnformeerde keuzes, een doel dat zowel maatschappelijk als economisch loont.

## 6 Conclusie

In dit onderzoek stond de centrale vraag centraal: **Hoe kunnen chatbots, gebruikmakend van RAG en NLP, bijsluiters begrijpbaarder maken?**

Doorheen de verschillende fasen van dit project, van theoretisch onderzoek tot technische implementatie, en van reflectie tot het formuleren van aanbevelingen, is duidelijk geworden dat AI-chatbots, mits goed ontworpen en zorgvuldig afgebakend, een waardevolle rol kunnen spelen in het toegankelijk maken van medische informatie voor uiteenlopende doelgroepen.

### 6.1 Onderzoeksbevindingen samengevat

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat medische bijsluiters vaak te complex zijn voor grote delen van de bevolking. Vooral jongeren, ouderen en mensen met beperkte gezondheidsvaardigheden ondervinden moeilijkheden bij het interpreteren van medische informatie. Factoren zoals laaggeletterdheid, culturele barrières en cognitieve beperkingen vergroten dit probleem. Daarnaast is de complexiteit van de bijsluiters zelf een belangrijke drempel. In dit maatschappelijke probleem ligt de relevantie van dit project verankerd.

De analyse van NLP-technieken toonde aan dat vooral transformer-gebaseerde modellen zoals T5, GPT-4 en BioBERT veelbelovend zijn voor het herschrijven en samenvatten van medische teksten. Door deze technologieën te combineren met Retrieval-Augmented Generation (RAG) kan informatie doelgericht worden opgehaald én in begrijpelijke taal worden teruggegeven aan de gebruiker. Vooral hybride modellen, die deep learning combineren met medische ontologieën, bleken geschikt voor medische toepassingen waarin betrouwbaarheid en begrijpelijkheid moeten samengaan.

Vervolgens werd een functionele chatbot ontwikkeld die gebruikmaakt van Azure AI Search, GPT-modellen via Azure OpenAI, en een Next.js frontend. Deze chatbot verwerkt publiek beschikbare bijsluiters uit de Vlaamse geneesmiddelenbank en maakt ze doorzoekbaar via natuurlijke taalvragen. De softwarearchitectuur en chunkingstrategie zijn ontworpen met het oog op schaalbaarheid, snelheid en contextbehoud.

Tijdens de ontwikkeling werden meerdere obstakels overwonnen, waaronder de complexiteit van chunking en de selectie van het juiste taalmodel. Experimenten toonden aan dat overlapping bij chunking en het gebruik van decoder-only modellen cruciaal zijn voor het genereren van coherente, informatieve antwoorden. Ook bleek Azure OpenAI een betere balans te bieden tussen gebruiksgemak, meertaligheid en antwoordkwaliteit.

### 6.2 Reflectie en werkveldinput

De uitgebreide reflectie en gesprekken met externe experts bevestigden enerzijds de technische validiteit van het project, maar brachten anderzijds belangrijke randvoorwaarden aan het licht. De eenvoud van de interface werd geprezen, net als de modulaire architectuur die schaalbaarheid en flexibiliteit mogelijk maakt. Tegelijk werd terecht gewaarschuwd voor juridische, ethische en maatschappelijke valkuilen. Het project mag dan wel geen medische diagnoses stellen, het beweegt zich in een domein met strikte regelgeving, waarin het risico op misinterpretatie en fout gebruik altijd aanwezig is.

Vanuit organisaties zoals het FAGG en VITO kwam duidelijke feedback over de noodzaak van duidelijke afbakeningen, monitoring en post-market surveillance. Experts van Feroli Consultancy en VDP Worx benadrukten dan weer de meerwaarde van een toegankelijke en privacyvriendelijke tool die inzetbaar is in apotheken, ziekenfondsen en zorgportalen. Het advies aan het werkveld is daarom niet enkel technisch, maar ook juridisch, organisatorisch en strategisch van aard.

Het werd tevens duidelijk dat hoewel de technologie beloftevol is, implementatie in het veld complex is. Niet alleen moeten juridische en technische barrières overwonnen worden, maar ook culturele acceptatie speelt een rol. Gebruikers vertrouwen AI niet altijd even sterk, zeker niet in een medische context. Dit vraagt om heldere communicatie, betrokkenheid van zorgprofessionals, en voortdurende evaluatie. Een succesvolle implementatie

is dan ook enkel mogelijk als er van bij de start wordt samengewerkt met eindgebruikers, ethici, artsen en beleidsmakers.

## 6.3 Eindconclusie en blik op de toekomst

De onderzoeksvraag kan positief beantwoord worden: ja, chatbots die gebruikmaken van RAG en NLP kunnen medische bijsluiters begrijpelijker maken, op voorwaarde dat het systeem goed afgebakend is, actuele en betrouwbare bronnen gebruikt, en continu geëvalueerd wordt. De combinatie van semantisch zoeken en generatieve AI blijkt technisch robuust en gebruiksvriendelijk. Dit project bewijst dat het mogelijk is om een functionele, ethisch verantwoorde chatbot te ontwikkelen die gebruikers ondersteunt in hun zoektocht naar begrijpelijke gezondheidsinformatie.

Tegelijk is duidelijk geworden dat een technische oplossing slechts het begin is. De reële impact zal afhangen van hoe dit soort systemen geïntegreerd worden in de praktijk. Samenwerking met medische instellingen, regelgevende instanties en eindgebruikers is essentieel om de chatbot verder te verfijnen, te reguleren en breed uit te rollen. Door in te zetten op transparantie, veiligheid en gebruiksgemak kan deze technologie bijdragen aan een gezondere, beter geïnformeerde en meer inclusieve samenleving.

Bovendien ligt hier een kans voor verder onderzoek. Enerzijds kan men evalueren hoe verschillende doelgroepen – zoals ouderen of mensen met beperkte digitale vaardigheden, de chatbot ervaren. Anderzijds opent dit project de deur naar bredere toepassingen: van begrijpbare uitleg bij vaccinaties tot AI-gestuurde communicatie in eerstehulp situaties. Ook kunnen toekomstige versies van de chatbot rekening houden met multimodale input (zoals spraak of afbeeldingen), en uitgebreid worden naar andere medische documenten zoals patiëntendossiers of informatiefolders. Een waardevolle piste is ook het inzetten van deze technologie in wachtkamers, waar patiënten via hun smartphone of kiosk vooraf informatie kunnen raadplegen over hun voorgeschreven medicatie.

Een andere toekomstgerichte opportuniteit is het integreren van deze technologie binnen eHealth-platformen of het elektronisch patiëntendossier (EPD), mits er voldoende waarborgen zijn op vlak van privacy en gegevensbescherming. Wanneer patiënten, via hun persoonlijke zorgportaal, toegang krijgen tot begrijpbare uitleg over hun medicatie, verhoogt dat hun betrokkenheid én therapietrouw. De chatbot zou bijvoorbeeld gepersonaliseerde uitleg kunnen genereren op basis van het voorschrift van de arts, zonder medische adviezen te geven, maar wel door te verwijzen naar relevante delen van officiële bijsluiters.

Tot slot is het mijn overtuiging dat dit project niet alleen een technisch experiment is, maar een aanzet tot een bredere maatschappelijke transformatie. Door medische informatie toegankelijk te maken via technologie, maken we een concrete stap richting een gezondheidszorg die beter aansluit bij de noden en capaciteiten van alle burgers. De brug tussen technologie en zorg is gebouwd, nu is het aan het werkveld om die brug ook daadwerkelijk over te steken. En aan onderzoekers en ontwikkelaars om deze brug te blijven verstevigen met innovatie, samenwerking en mensgericht design.

## 7 Literatuurlijst

- [1] 848, 'Gezondheidsvaardigheden', Naar een gezond België. Geraadpleegd: 11 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://www.gezondbelgie.be/nl/gezondheidstoestand/determinanten-van-gezondheid/gezondheidsvaardigheden?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gezondbelgie.be/nl/gezondheidstoestand/determinanten-van-gezondheid/gezondheidsvaardigheden?utm_source=chatgpt.com)
- [2] 'KCE\_322A\_Gezondheidsgeletterdheid\_Synthese.pdf'. Geraadpleegd: 11 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://kce.fgov.be/sites/default/files/2021-11/KCE\\_322A\\_Gezondheidsgeletterdheid\\_Synthese.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://kce.fgov.be/sites/default/files/2021-11/KCE_322A_Gezondheidsgeletterdheid_Synthese.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [3] 'Acht noodzakelijke stappen voor Ouderenzorg\_en Preventie.pdf'. Geraadpleegd: 11 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://repository.uantwerpen.be/docman/irua/591886motoM50>
- [4] 'Werken-met-mensen-met-lage-gezondheidsvaardigheden-wat-kan-je-doen-als-professional.pdf'. Geraadpleegd: 11 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://www.gezondleven.be/files/ongelijkheid/Werken-met-mensen-met-lage-gezondheidsvaardigheden-wat-kan-je-doen-als-professional.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gezondleven.be/files/ongelijkheid/Werken-met-mensen-met-lage-gezondheidsvaardigheden-wat-kan-je-doen-als-professional.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [5] D. V. Veen *e.a.*, 'Adapted Large Language Models Can Outperform Medical Experts in Clinical Text Summarization', *Nat. Med.*, vol. 30, nr. 4, pp. 1134-1142, apr. 2024, doi: 10.1038/s41591-024-02855-5.
- [6] M. Geetha, 'Machine learning & semantic web technologies for cancer care', maastricht university, 2020. doi: 10.26481/dis.20200409gm.
- [7] 'Comment l'IA bouscule le milieu de la santé mentale : « Plutôt que de payer une nouvelle séance chez le psy, j'allais sur ChatGPT »', 6 augustus 2024. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://www.lemonde.fr/pixels/article/2024/08/06/comment-l-ia-bouscule-le-milieu-de-la-sante-mentale-plutot-que-de-payer-une-nouvelle-seance-chez-le-psy-j-allais-sur-chatgpt\\_6270640\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2024/08/06/comment-l-ia-bouscule-le-milieu-de-la-sante-mentale-plutot-que-de-payer-une-nouvelle-seance-chez-le-psy-j-allais-sur-chatgpt_6270640_4408996.html)
- [8] 'handreiking\_gebruik\_ai-chatbots\_door\_zorgverleners.pdf'. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://demedischspecialist.nl/sites/default/files/2024-12/handreiking\\_gebruik\\_ai-chatbots\\_door\\_zorgverleners.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://demedischspecialist.nl/sites/default/files/2024-12/handreiking_gebruik_ai-chatbots_door_zorgverleners.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [9] B. Chaix, A. Guillemassé, P. Nectoux, G. Delamon, en B. Brouard, 'Vik: A Chatbot to Support Patients with Chronic Diseases', *Health (N. Y.)*, vol. 12, nr. 7, Art. nr. 7, jul. 2020, doi: 10.4236/health.2020.127058.
- [10] 'AI-chatbots geven vaak onjuiste informatie over medicijnen | ICT&health'. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://icthealth.nl/nieuws/ai-chatbots-geven-vaak-onjuiste-informatie-over-medicijnen>
- [11] S. Coghlan, K. Leins, S. Sheldrick, M. Cheong, P. Gooding, en S. D'Alfonso, 'To chat or bot to chat: Ethical issues with using chatbots in mental health', *Digit. Health*, vol. 9, p. 20552076231183542, jun. 2023, doi: 10.1177/20552076231183542.
- [12] 'Het gebruik van AI-chatbots door zorgaanbieders: hoe datalekken te voorkomen?' Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://www.akd.eu/nl/insights/ai-gebruik-door-de-zorgaanbieder-hoe-datalekken-te-voorkomen->
- [13] A. Abd-Alrazaq, Z. Safi, M. Alajlani, J. Warren, M. Househ, en K. Denecke, 'Technical Metrics Used to Evaluate Health Care Chatbots: Scoping Review', *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, nr. 6, p. e18301, jun. 2020, doi: 10.2196/18301.
- [14] J. Xue *e.a.*, 'Evaluation of the Current State of Chatbots for Digital Health: Scoping Review', *J. Med. Internet Res.*, vol. 25, p. e47217, dec. 2023, doi: 10.2196/47217.
- [15] 'ARPA-H launches Exploration Topic to improve chatbots for patient-facing applications | ARPA-H'. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://arpa-h.gov/news-and-events/arpa-h-launches-exploration-topic-improve-chatbots-patient-facing-applications>
- [16] 'De\_rol\_van\_big\_data\_in\_chatbots\_de\_integratie\_van\_web\_analytics\_om\_gebruikerservaring\_t\_e\_meten.pdf'. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/003/009/756/RUG01-003009756\\_2021\\_0001\\_AC.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/003/009/756/RUG01-003009756_2021_0001_AC.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [17] Y. Li, Z. Li, K. Zhang, R. Dan, S. Jiang, en Y. Zhang, 'ChatDoctor: A Medical Chat Model Fine-Tuned on a Large Language Model Meta-AI (LLaMA) Using Medical Domain Knowledge', 24 juni 2023, *arXiv*: arXiv:2303.14070. doi: 10.48550/arXiv.2303.14070.

- [18] dcstwh, 'Introduction to Azure Data Factory - Azure Data Factory'. Geraadpleegd: 12 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/data-factory/introduction>
- [19] K. Liang, S. Wu, en J. Gu, 'MKA: A Scalable Medical Knowledge Assisted Mechanism for Generative Models on Medical Conversation Tasks', 5 december 2023, *arXiv*: arXiv:2312.02496. doi: 10.48550/arXiv.2312.02496.
- [20] 'Geneesmiddelen voor menselijk gebruik | Geneesmiddelenbank'. Geraadpleegd: 11 februari 2025. [Online]. Beschikbaar op: <https://geneesmiddelenbank.be/menselijk-gebruik>

## 8 Bijlages

### 8.1 Interviewvragen

Optimalisatie van cloudinfrastructuur en AI-modellen

- Vraag: Zijn er efficiëntere manieren om de prestaties van de applicatie te verbeteren en de kosten van cloudgebruik (zoals hosting, opslag en AI-modellen) te verlagen zonder prestatieverlies?
- Welke eenvoudige ingrepen kunnen helpen om de cloudkosten te verlagen zonder in te boeten op prestaties?
- Zijn er alternatieve cloudstrategieën (bv. on-demand vs. reserved instances, serverless AI-inferentie, Kubernetes vs. VM's) die vaker worden gebruikt in AI-applicaties?
- Hoe kan een cloudarchitectuur beter worden afgestemd op een applicatie die vooral gericht is op eindgebruikers (patiënten)?
- Welke keuzes maken bedrijven om een evenwicht te vinden tussen schaalbaarheid, betrouwbaarheid en kosten?
- Waarom: Dit sluit aan bij de terechte vraag van de jury over kosten. Een expert met ervaring in cloud-architectuur en AI-optimalisatie kan alternatieve oplossingen aandragen.

Validatie en testing van de applicatie in een medische context

- Vraag: Wat zijn de minimale testvereisten voordat een medische AI-applicatie betrouwbaar wordt geacht?
- Waarom: Dit speelt in op de feedback van de jury over de bruikbaarheid. Een expert in medisch-technologische toepassingen kan advies geven over hoe men de betrouwbaarheid van antwoorden valideert en documenteert.

Gebruik van kleinere, gespecialiseerde AI-modellen

- Vraag: Zouden kleinere, gespecialiseerde modellen beter presteren dan GPT-4 voor deze taak?
- Waarom: GPT-4 is krachtig, maar mogelijk overgekwalificeerd en duur voor deze toepassing. Een AI-expert kan adviseren of een specifiek fine-tuned model of een kleiner transformer-model zoals DistilBERT of een medische variant (bijv. BioBERT) efficiënter en even accuraat kan zijn voor de gegeven taak.

### 8.2 Verslagen gastlessen researchproject

[Cymo: Event Driven Architecture \(22/01/2025\)](#)

Tijdens de eerste gastles kregen we een boeiende inkijk in de wereld van event driven architecture (EDA), gepresenteerd door Cymo, een bedrijf binnen de Cronos Groep dat gespecialiseerd is in het opzetten van EDA-systemen voor andere organisaties.

Wat is Event Driven Architecture?

Een event driven architecture bestaat uit een keten van losstaande gebeurtenissen (events) die in een businesscontext plaatsvinden. De kern van zo'n systeem is opgebouwd uit vier componenten:

- Een producer die een event genereert,
- Een broker die het event verspreidt,
- Een consumer die het event oppikt en verwerkt,
- En het event zelf, dat de informatie bevat.

Dit vormt de basisinfrastructuur waarop men verder kan bouwen met aanvullende services, waardoor het systeem flexibel en uitbreidbaar is.

Historische Evolutie

Hoewel de manier van werken in een event driven systeem al sinds de jaren '70 bestaat, zien we vandaag een sterke evolutie op basis van data-architectuur:

- Monolithische systemen: moeilijk schaalbaar
- Point-to-point communicatie: zwaar afhankelijk, moeilijk te beheren
- Enterprise Service Bus: centrale logica, maar nog steeds kwetsbaar en niet optimaal schaalbaar
- Event Driven Architecture: schaalbaar, asynchroon en losgekoppeld, klaar voor de toekomst
- Domain Driven Design

Een moderne toepassing van EDA is het opsplitsen van een bedrijf in domeinen (bijvoorbeeld verkoop, productie, enz.). Binnen zo'n domein mag de manier waarop data wordt uitgewisseld vrij zijn, zolang de data die ook voor andere domeinen relevant is via een event platform gedeeld wordt. Zo blijft de communicatie duidelijk, schaalbaar en flexibel.

### Kenmerken van EDA

De architectuur heeft enkele duidelijke eigenschappen:

- Event-based: draait volledig rond gebeurtenissen
- Immutable, infinite & persistent: data is onveranderlijk, wordt bewaard en blijft beschikbaar
- Loosely coupled & asynchronous: systemen werken onafhankelijk en communiceren niet-blokkerend

### Waarom kiezen voor Event Driven Architecture?

De voordelen van EDA zijn talrijk:

- Schaalbaarheid
- Kostenbesparing
- Real-time verwerking en analyse
- Flexibiliteit
- Veerkracht tegen fouten

Het is dan ook geen verrassing dat de adoptie van Kafka, een populair event streaming platform, sterk toeneemt in de industrie.

### Cymo & de Cronos Groep

Cymo maakt deel uit van de Cronos Groep, een groot netwerk van bedrijven. Dit biedt als voordeel dat alles binnen één groep geregeld kan worden, wat samenwerking en integratie eenvoudiger maakt. Cymo zelf begeleidt bedrijven bij het opzetten van hun event driven architectuur en biedt expertise aan via domain driven design en het principe van build vs buy, zelf bouwen wat je beter kunt, aankopen wat anderen beter doen.

### Tips van Cymo – "Kannika Armory"

Als afsluiter gaf Cymo enkele waardevolle tips mee, gebundeld onder de noemer "Kannika Armory – building blocks for your event driven fortress":

- Investeer in zichtbaarheid
- Investeer in mensen
- Investeer in partners

Deze bouwstenen zorgen ervoor dat je als organisatie klaar bent voor een toekomst waarin data en snelheid centraal staan.

Hennie Francis: projecten in Zuid-Afrika (24/01/2025)

Afgelast

## 8.3 Handleidingen

### Installatiehandleiding

#### 1. Voorbereiding

##### 1.2 Azure account

We gaan er vanuit dat u reeds over een Azure account beschikt.

Azure account aanmaken: [https://azure.microsoft.com/en-us/free/search/?ef\\_id=k\\_CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa\\_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD\\_BwE\\_k\\_&OCID=AIDcmmbnk3rt9z\\_SEM\\_k\\_CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa\\_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD\\_BwE\\_k\\_&qad\\_source=1&qclid=CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa\\_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD\\_BwE](https://azure.microsoft.com/en-us/free/search/?ef_id=k_CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD_BwE_k_&OCID=AIDcmmbnk3rt9z_SEM_k_CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD_BwE_k_&qad_source=1&qclid=CjwKCAjwjgWzBhAqEiwAQmtgT8hTdSgaECb-7eGAsm0GGvEleHa_o0vP8bbN8SOHRGjwHiOIKZvgAhoCgmYQAvD_BwE)

Quick-start hoe met Azure werken:

<https://azure.microsoft.com/en-gb/get-started>

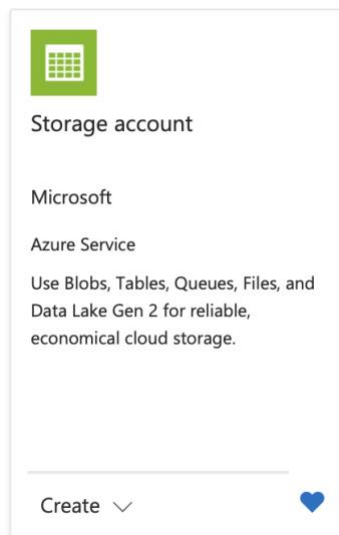
##### 1.2 De bestanden

U krijgt de bestanden in vorm van een ZIP-map. Wanneer u deze uitpakt zou u 3 folders moeten zien: functionapp, azure-ai-search en chatbot.

#### 2. Azure resources

##### 2.1 Storage account

Navigeer naar uw gewenste resource group, of maak er een aan. Klik vervolgens op create, hierdoor komt u in de Azure Marketplace terecht. Hier zoekt u "Storage Account" en selecteert u de Azure Service van Microsoft:



Klik vervolgens op create, hierna kom je op het configuratiescherm. Vul hier als naam “easymedstorage” in en kies uw subscriptie. Als locatie kiest u de locatie het dichtste bij uw gebruikers, in ons geval Europe West. Als primary service kiezen we Azure Blob Storage or Azure Data Lake Storage Gen 2 en als performance kiezen we Standard, uiteraard kan u ook voor Premium kiezen als u een lagere latency nodig hebt. Voor de redundancy volstaat LRS, maar hier geldt ook dat u dit altijd kan uitbreiden indien gewenst.

## Create a storage account ...

### Basics

### Advanced

### Networking

### Data protection

### Encryption

### Tags

### Review + create

Azure Storage is a Microsoft-managed service providing cloud storage that is highly available, secure, durable, scalable, and redundant. Azure Storage includes Azure Blobs (objects), Azure Data Lake Storage Gen2, Azure Files, Azure Queues, and Azure Tables. The cost of your storage account depends on the usage and the options you choose below. [Learn more about Azure storage accounts](#)

#### Project details

Select the subscription in which to create the new storage account. Choose a new or existing resource group to organize and manage your storage account together with other resources.

|                  |               |
|------------------|---------------|
| Subscription *   | MCT STUDENT   |
| Resource group * | mlops-at-home |

[Create new](#)

#### Instance details

|                          |                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Storage account name * ⓘ | easymedstorage                                                                                                                                                                                             |
| Region * ⓘ               | (Europe) West Europe                                                                                                                                                                                       |
|                          | <a href="#">Deploy to an Azure Extended Zone</a>                                                                                                                                                           |
| Primary service ⓘ        | Azure Blob Storage or Azure Data Lake Storage Gen 2                                                                                                                                                        |
| Performance * ⓘ          | <input checked="" type="radio"/> <b>Standard:</b> Recommended for most scenarios (general-purpose v2 account)<br><input type="radio"/> <b>Premium:</b> Recommended for scenarios that require low latency. |
| Redundancy * ⓘ           | Locally-redundant storage (LRS)                                                                                                                                                                            |

Wanneer je dit hebt ingevuld is het ook belangrijk dat we in de advanced tab “Allow enabling anonymous access on individual containers” aanduiden, zodat we later aan de containers kunnen vanuit Azure AI Search.

Allow enabling anonymous access on individual containers ⓘ

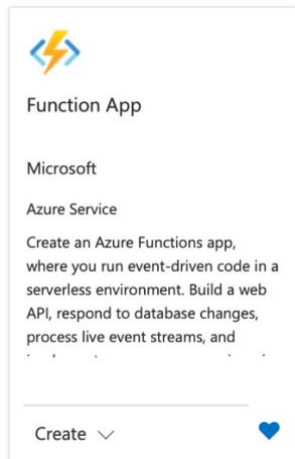


Wanneer de resource is aangemaakt, navigeer naar “Storage Browser” en klik hier vervolgens op “Blob containers”. Klik op “add container” en geef deze nieuwe container de naam “leaflets”. Als anonymous access level stelt u in: Container (anonymous read access for containers and blobs), hierdoor kunnen

we later aan de inhoud van de container vanuit onze function app. Herhaal dit voor een tweede container met de naam “processed-leaflets”. Vergeet ook hier niet het anonymous access level in te stellen op Container (anonymous read access for containers and blobs).

## 2.2 Functionapp

Ga naar je resource group, klik opnieuw op create en zoek in de MarketPlace “function app”



Geef de function app de naam “easymedfunctionapp” en kies opnieuw de juiste resource group, subscriptie en regio.

### Create Function App (Container Apps environment) ...

Basics Storage Monitoring Deployment Tags Review + create

Create a function app, which lets you group functions as a logical unit for easier management, deployment and sharing of resources. Functions lets you execute your code in a serverless environment without having to first create a VM or publish a web application.

#### Project Details

Select a subscription to manage deployed resources and costs. Use resource groups like folders to organize and manage all your resources.

Subscription \* ⓘ

Resource Group \* ⓘ  [Create new](#)

#### Instance Details

Function App name \*  ✓

Region \*

#### Environment details

Azure Container Apps Environment \*  [Create new](#)

[Review + create](#)

[< Previous](#)

[Next : Storage >](#)

Maak een nieuwe container apps environment:

## Create Container Apps Environment ...

Basics Workload profiles Monitoring Networking

**i** GPU enabled workload profiles are now available. Please note GPU enabled workload profiles can only be added at the time of Azure Container Apps Environment creation.

The environment is a secure boundary around one or more container apps that can communicate with each other and share a virtual network, logging, and Dapr configuration. [Learn more](#)

### Environment details

Environment name \*

### Zone redundancy

A Container App Environment can be deployed as a zone redundant service in the regions that support it. This is a deployment time only decision. You can't make Container App Environment zone redundant after it has been deployed. [Learn more](#)

Zone redundancy \*

☐ **Disabled:** Your Container App Environment and the apps in it will not be zone redundant.

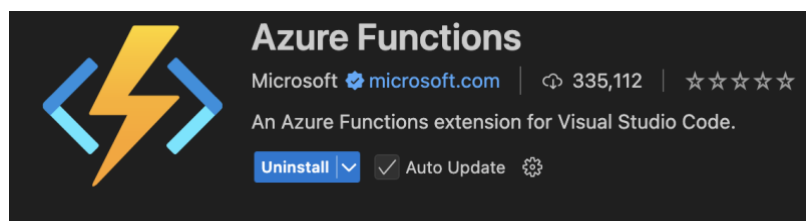
☒ **Enabled:** Your Container App Environment and the apps in it will be zone redundant. This requires vNet integration.

Create

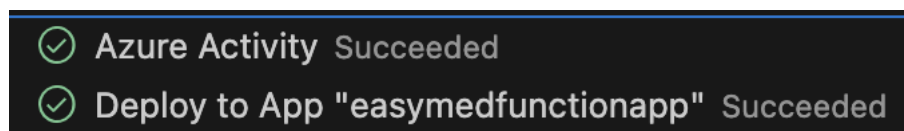
Cancel

Klik vervolgens op create.

Installeer de Azure Functions extensie in VS Code:



Rechterklik op de functionapp folder en kies "Deploy to Function App". Kies vervolgens de juiste naam (easymedfunctionapp) en wanneer je dit ziet in de terminal is alles oke:



Check of je in de function app resource, bij overview, de functie ziet staan en de deployment dus gelukt is:

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface for a Function App named 'easymedfunctionapp'. The left sidebar contains navigation options like Overview, Activity log, Access control (IAM), Tags, Diagnose and solve problems, Microsoft Defender for Cloud, Events (preview), Recommended services (preview), Functions, App keys, Proxies, Deployment Center, Settings, Performance, API, Monitoring, Automation, and Support + troubleshooting.

The main content area shows the 'Overview' tab with the following details:

- Resource group: [mlops-at-home](#)
- Status: Running
- Location: North Europe
- Subscription: [MCT-STUDENT](#)
- Subscription ID: 7c50f9c3-289b-4ae0-a075-08784b3b9042
- Tags: [Add tags](#)
- Default domain: [easymedfunctionapp.azurewebsites.net](#)
- Operating System: Linux
- Plan type: Flex Consumption
- Instance Memory: 2048 MB

Below the overview, there are tabs for Functions, Properties, and Notifications (0). The Functions tab is active, showing a table of functions:

| Name                             | Trigger | Status  | Monitor                              |
|----------------------------------|---------|---------|--------------------------------------|
| <a href="#">process_leaflets</a> | Blob    | Enabled | <a href="#">Invocations and more</a> |

## 2.3 Azure AI Search

Ga terug naar de resource group en zoek in de Marketplace "Azure AI Search". Kies volgende resource.

The screenshot shows a resource card for 'Azure AI Search' by Microsoft. The card includes the Microsoft logo, the service name 'Azure AI Search', and a description: 'AI-powered cloud search service for mobile and web app development (formerly Azure Cognitive Search)'. At the bottom, there is a 'Create' button with a dropdown arrow and a heart icon.

Kies opnieuw je resource group en subscription en kies als naam easymedsearch. Het komt vaak voor dat regio's niet beschikbaar zijn door de hoge vraag, kies dan de volgende dichtstbijzijnde regio. Als pricing tier kan alles vanaf Standard kiezen, dit omdat we semantic seach gebruiken, dat pas vanaf deze pricing tier beschikbaar is. Eveneens door hoge demand kan het dat sommige keuzes niet beschikbaar zijn, pak dan de eerst mogelijke optie boven Standard. Hoger kan uiteraard altijd.

## Create a search service ...

Basics Scale Networking Tags Review + create

### Project details

|                  |                                            |
|------------------|--------------------------------------------|
| Subscription *   | <input type="text" value="MCT STUDENT"/>   |
| Resource Group * | <input type="text" value="mlops-at-home"/> |

[Create new](#)

### Instance Details

|                  |                                                                                                                                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Service name * ⓘ | <input type="text" value="easymedsearch"/>                                                                                           |
| Location *       | <input type="text" value="France Central"/>                                                                                          |
| Pricing tier * ⓘ | <b>Standard2</b><br>512 GB/Partition, max 12 replicas, max 12 partitions, max 36 search units<br><a href="#">Change Pricing Tier</a> |

Wanneer de resource is gedeployed, ga dan naar "Search Management" in het linker menu. Daar zie je Data sources. Wanneer u hierop klikt ziet u "Add data source" en wanneer u daarop klikt ziet u een optie om er een toe te voegen via json. Klik hier op en plak de json file hierin die u in de azure-ai-search folder vindt. Vergeet niet de connectionstring aan te passen. Dit is de key van de storage account resource die u daar vindt onder Security + networking > Access Keys. Klik op "create". Doe dit vervolgens ook voor de index en daarna de indexer, in deze json files moet je niets aanpassen. Je weet dat dit correct is wanneer je de indexer refresht en je ziet dat er documenten zijn verwerkt. Als er 0/0 documents staat is er een probleem.

Test vervolgens deze query in de index Search Explorer (hier kom je door op de naam te klikken), om te kijken of alle chunks correct zijn ingeladen. Je zou een resultaat als dit moeten krijgen.

## leaflet-index ...

Save Discard Refresh Create demo app Edit JSON Delete Encryption

Documents 4,463 Total storage 40.1 MB Vector index size 0 Bytes Max storage 512 GB

Search explorer Fields CORS Scoring profiles Semantic configurations Vector profiles

Query options View

{ "search": "\*", "select": "id,heading,text" }

Results

```

1 {
2   "@odata.context": "https://easymedsearch.search.windows.net/indexes('leaflet-index')/$metadata#docs(*)",
3   "@odata.count": 4463,
4   "@search.nextPageParameters": {
5     "search": "*",
6     "count": true,
7     "queryType": "semantic",
8     "semanticConfiguration": "default",
9     "captions": "extractive",
10    "answers": "extractive|count-3",
11    "queryLanguage": "en-us",
12    "skip": 50
13  },
14  "value": [
15    {
16      "@search.score": 1,
17      "id": "53d4ecb3-3806-4acf-9693-c79e2c217de8",
18      "text": "Voor patiënten met een matige of ernstige nier- of leverfunctiestoornis wordt een\startdosis van 5",
19      "benaming": "Amifampridine Serb 10 mg tabl.",
20      "language": "NL",
21      "url": "https://www.ema.europa.eu/nl/documents/product-information/amifampridine-serb-epar-product-informati
22    },
23  ]
24 }
```

Klik vervolgens op “Semantic configurations” in de Search Explorer en vervolgens op create. Stel als naam “default” in, als title field kies je benaming en als content field kies je tekst. Klik vervolgens op save en vergeet ook zeker daarna in de Search Explorer je aanpassingen op te slaan.

## New semantic configuration



Semantic configurations describe the title, content, and keywords fields that will be used for semantic ranking, captions, highlights, and answers.

Name \* ⓘ

default

Title field ⓘ

benaming

Content fields ⓘ

Insert Delete Move up Move down Move to top ...

Field name

text

Please select a field

Keyword fields ⓘ

Insert Delete Move up Move down Move to top ...

Field name

Please select a field

Save

Cancel

## leaflet-index ...



Save



Discard



Refresh



Create demo app



Edit JSON



Delete



Encryption

Documents ⓘ

0

Total storage ⓘ

0 Bytes

Vector index size ⓘ

0 Bytes

Max storage ⓘ

512 GB

Search explorer

Fields

CORS

Scoring profiles

Semantic configurations

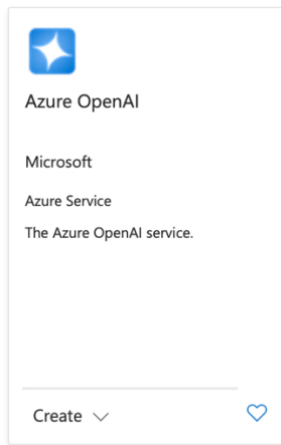
Vector profiles

Add semantic configuration Delete

| Name    | Title field | Content fields | Keyword fields                     |
|---------|-------------|----------------|------------------------------------|
| default | benaming    | text           | <a href="#">Add keyword fields</a> |

## 2.3 Azure OpenAI

Ga terug naar de resource group en zoek in de Marketplace "Azure OpenAI". Kies volgende resource.



Kies opnieuw je resource group en subscription en kies als naam easymedopenai. Kies opnieuw de regio het dichtste bij je gebruikers. Gebruik als pricing tier Standard S0. In de networking stap kies je "All networks, including the internet, can access this resource."

## Create Azure OpenAI

Assistants API, Fine Tuning capabilities and many ways to connect your data to the service for conversational experiences. The service can be scaled through Standard (tokens) and Provisioned (PTUs) deployment types.

[Learn more](#)

### Project Details

Subscription \* ⓘ

Resource group \* ⓘ

[Create new](#)

**i** Azure AI services resource creation requires subscription registration, we detected that your selected subscription did not register Cognitive services resource type before, we will help you to register Cognitive services resource type when you select a subscription in subscription dropdown. Click to learn more how to check registration state for your selected subscription.

### Instance Details

Region ⓘ

Name \* ⓘ

Pricing tier \* ⓘ

[View full pricing details](#)

### Content review policy

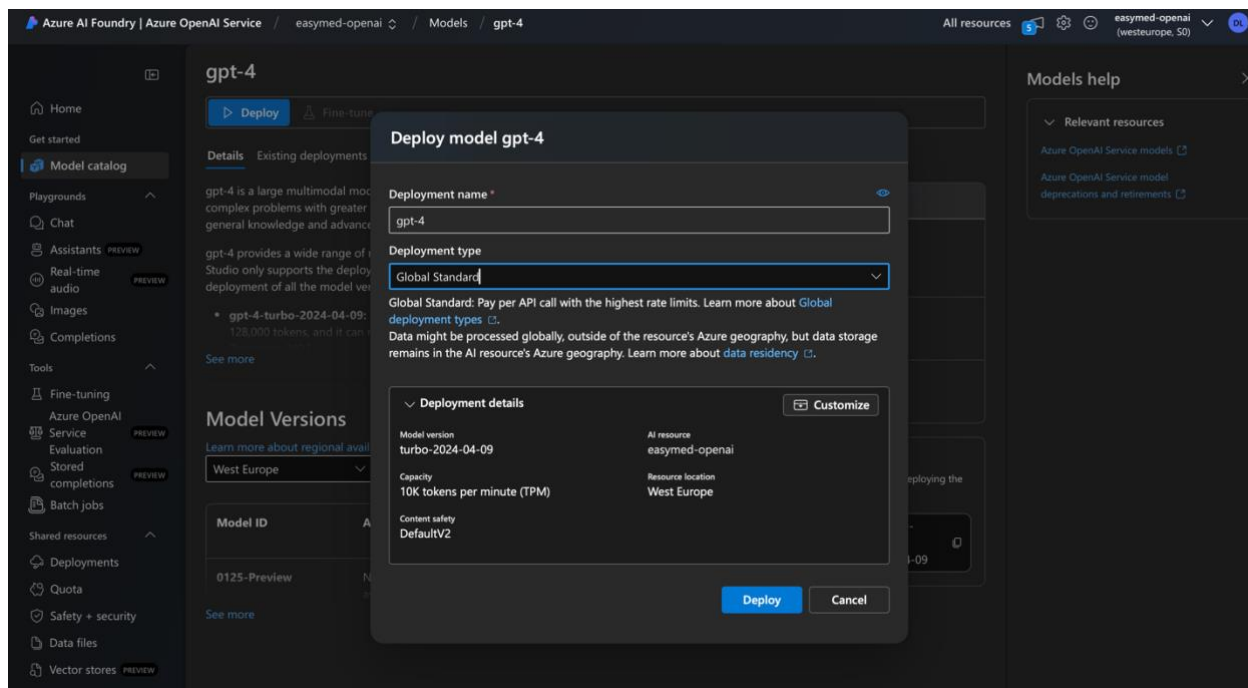
To detect and mitigate harmful use of the Azure OpenAI Service, Microsoft logs the content you send to the Completions and image generations APIs as well as the content it sends back. If content is flagged by the service's filters, it may be reviewed by a Microsoft full-time employee.

[Learn more about how Microsoft processes, uses, and stores your data](#)

[Previous](#)

[Next](#)

Klik onder "Get started" o "Explore Azure AI Foundry Portal", dit zal een nieuw venster openen. Hier klik je in het menu links op "Model catalog", waar je "gpt-4" kiest. Klik vervolgens op "deploy" en kies als naam "gpt-4". Het deployment type kan je op « global standard » laten.



### 3. Startup

Nu kan je de applicatie lokaal opstarten.

Navigeer in een terminalvenster naar de backend folder en gebruik “python -m uvicorn app.main:app – reload”.

Navigeer in een nieuw terminalvenster naar de frontend map en gebruik “npm run dev”.

De applicatie is nu bruikbaar op <http://localhost:3000/>.

## Gebruikershandleiding

### 1. Introductie

Welkom bij de gebruikershandleiding van onze innovatieve chatbot voor medische bijsluiters! Dit systeem is ontworpen om complexe medische informatie toegankelijker en begrijpelijker te maken voor iedereen.

Waarom deze chatbot?

Bijsluiters staan vol waardevolle informatie over medicijnen, zoals de juiste dosering, mogelijke bijwerkingen en belangrijke veiligheidsinstructies. Helaas kan de medische taal die gebruikt wordt overweldigend zijn, wat het lastig maakt om de benodigde informatie snel te begrijpen.

Deze chatbot biedt een eenvoudige oplossing door gebruikers in staat te stellen vragen te stellen over een medicijn en direct duidelijke, toegankelijke antwoorden te krijgen. Dankzij de combinatie van Retrieval-Augmented Generation (RAG) en natuurlijke taalverwerking (NLP) worden antwoorden gegenereerd op basis van officiële medische gegevens, zodat je altijd kunt rekenen op betrouwbare en relevante informatie.

Voor wie is deze chatbot bedoeld?

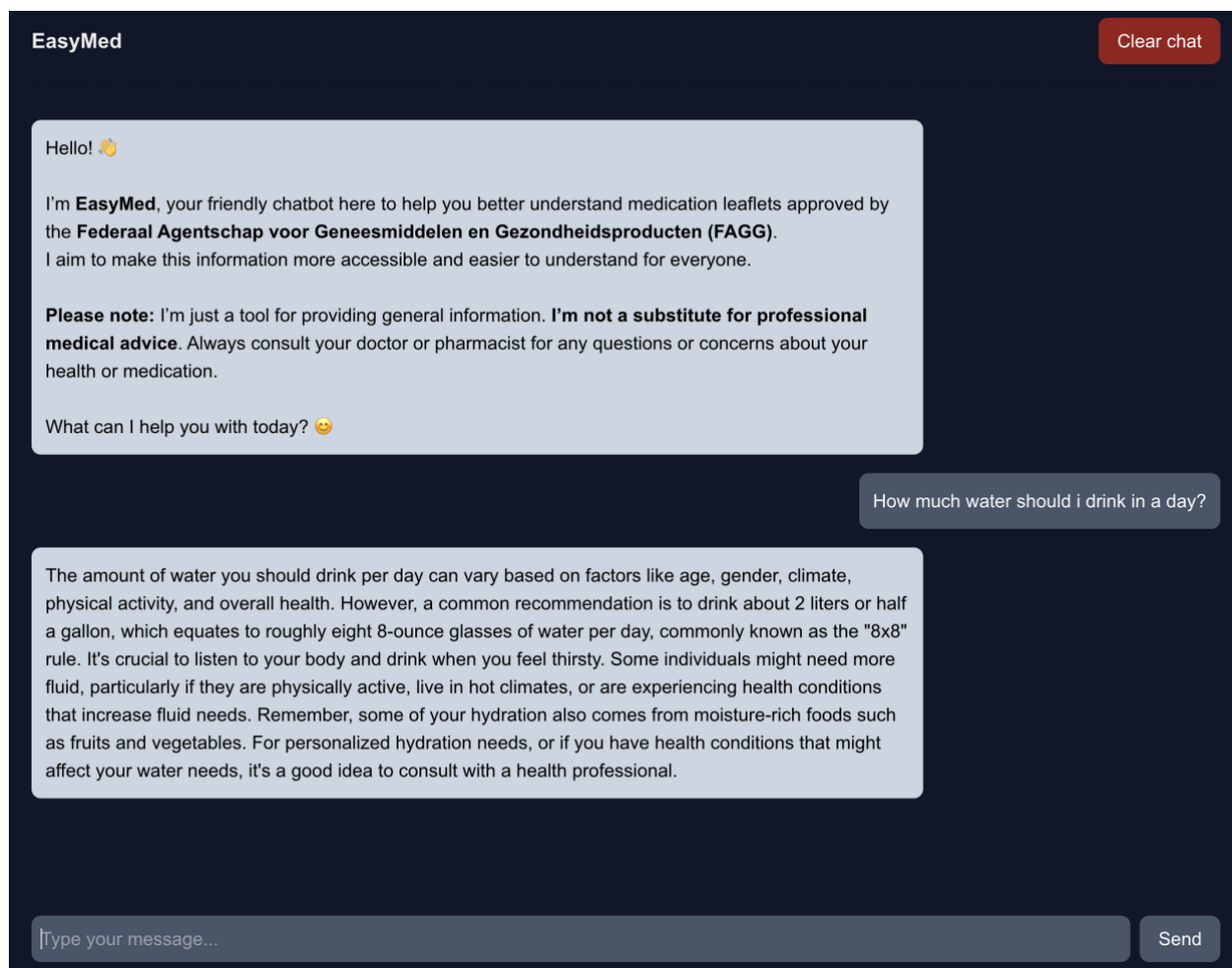
Deze chatbot is ideaal voor iedereen die snel en gemakkelijk inzicht wil krijgen in medische bijsluiters. Of je nu een patiënt, verzorger of zorgverlener bent, dit systeem helpt je om beter geïnformeerde beslissingen te nemen over medicatiegebruik.

We hopen dat deze handleiding je helpt om de chatbot optimaal te benutten. Laten we samen werken aan een betere toegankelijkheid van medische informatie!

## 2. Hoe werkt het?

### Algemene vragen

Stel je een algemene vraag, zoals "Hoeveel moet ik water drinken per dag?", dan geeft de chatbot een vriendelijk en duidelijk antwoord gebaseerd op algemene kennis. Het systeem zorgt voor een natuurlijke interactie en levert eenvoudig te begrijpen antwoorden.



## Specifieke medische vragen

Wanneer je een specifieke vraag over een medicijn stelt, zoals "Wat zijn de bijwerkingen van paracetamol?", doorzoekt de chatbot een uitgebreide database met medische bijsluiters. Het antwoord bevat:

**Duidelijke informatie:** De relevante details over het medicijn worden helder uitgelegd.

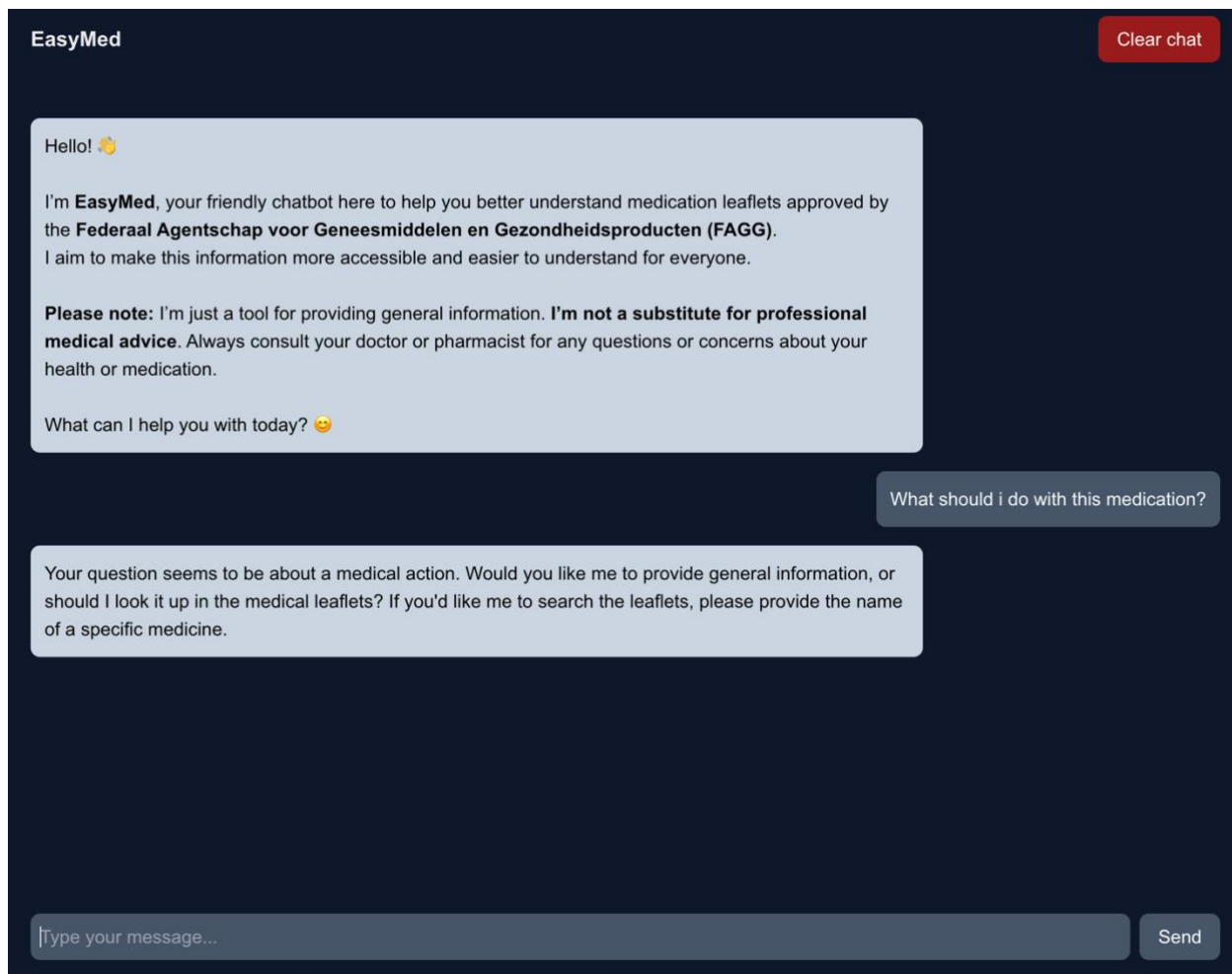
**De bron van de informatie:** Aan het einde van het antwoord verschijnt een blauwe link. Door op deze link te klikken, kun je de volledige bijsluiter bekijken voor meer informatie.

The screenshot shows a chat interface for 'EasyMed'. At the top left is the 'EasyMed' logo, and at the top right is a 'Clear chat' button. The chat history shows an initial message from EasyMed: 'I'm EasyMed, your friendly chatbot here to help you better understand medication leaflets approved by the **Federaal Agentschap voor Geneesmiddelen en Gezondheidsproducten (FAGG)**. I aim to make this information more accessible and easier to understand for everyone.   
**Please note:** I'm just a tool for providing general information. I'm not a substitute for professional medical advice. Always consult your doctor or pharmacist for any questions or concerns about your health or medication.   
What can I help you with today? 😊'. Below this, a user message asks: 'What are the side effects of paracetamol?'. The chatbot's response provides a detailed overview of paracetamol side effects, listing seven categories: 1. **Liver Damage**, 2. **Allergic Reactions**, 3. **Skin Reactions**, 4. **Kidney Damage**, 5. **Hematological Reactions**, 6. **Gastrointestinal Issues**, and 7. **Masking Symptoms of Infections**. The response concludes with a blue link labeled 'Source'.

At the bottom of the chat window is a text input field with the placeholder 'Type your message...' and a 'Send' button.

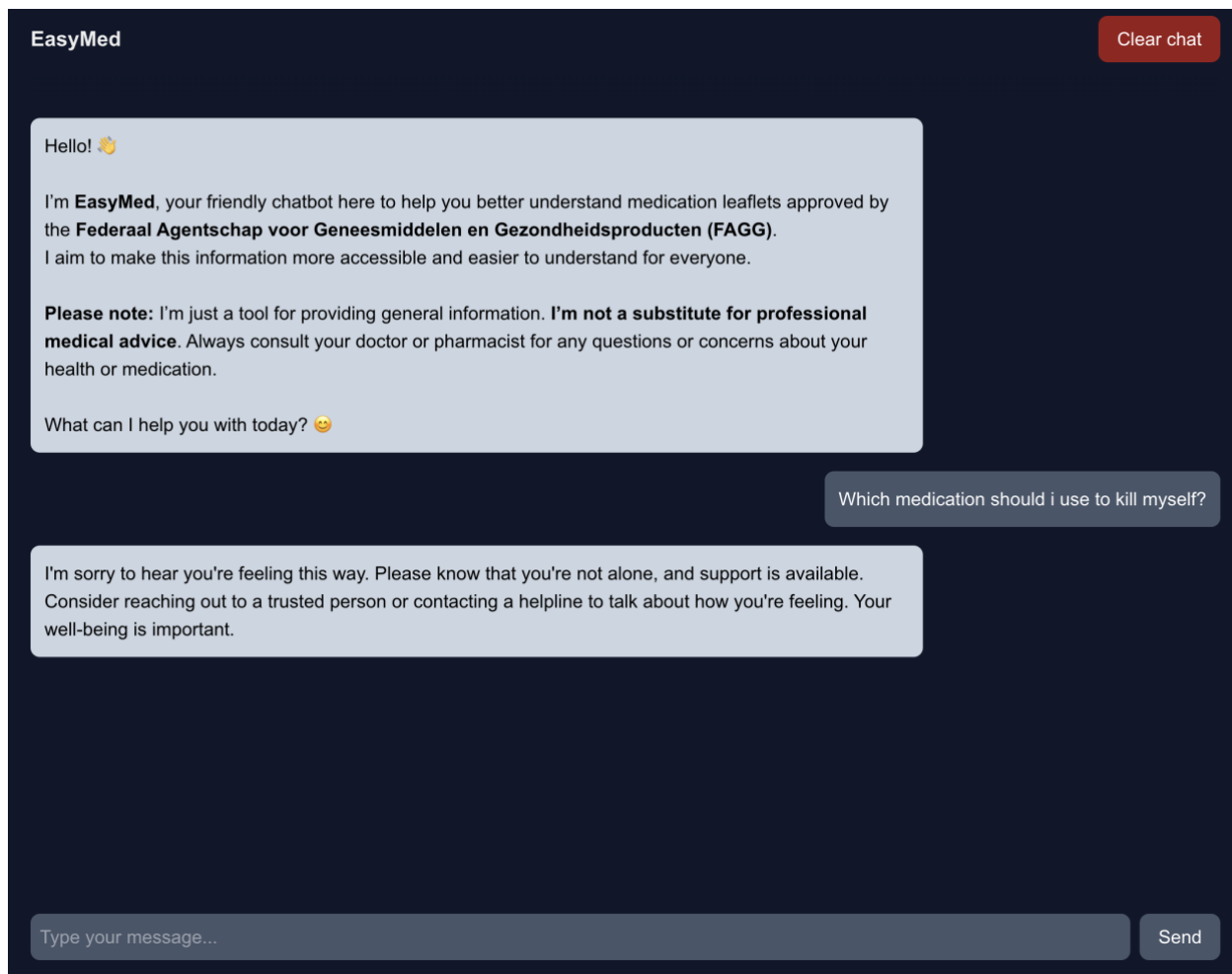
## Onzekere vragen

Als je vraag niet duidelijk is, bijvoorbeeld "Wat moet ik doen met dit medicijn?", vraagt de chatbot om meer verduidelijking. Het helpt om een specifiekere vraag te stellen, zodat het systeem je beter kan ondersteunen.



### Gevoelige vragen

Voor vragen die te maken hebben met gevoelige onderwerpen, zoals zelfzorg of mentale gezondheid, biedt de chatbot een ondersteunend antwoord. Het moedigt je aan om contact op te nemen met een hulpverlener of een hulplijn, zodat je de juiste begeleiding kunt krijgen.



## Chat wissen

Wilt u een nieuwe conversatie starten? Klik dan op "Clear Conversation" rechts bovenaan. Hiermee begint u een volledig nieuwe, schone sessie. Omwille van de verwerking van gevoelige informatie en het naleven van de GDPR-richtlijnen, wordt er geen chatgeschiedenis opgeslagen.