

# **Geautomatiseerde prijsvergelijking voor Belgische keten-supermarkten.**

**Een Proof of Concept-systeem dat gebruikmaakt winkelketens die beschikbaar zijn in Gent en van gegevens die beschikbaar zijn zonder in te logen .**

---

**Aliaksandra Nemchynava.**

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
Professionele bachelor in de toegepaste informatica

**Promotor:** Mevr. L. Vuyge

**Co-promotor:** Dhr. J. Pots

**Academiejaar:** 2024–2025

**Eerste examenperiode**

**Departement IT en Digitale Innovatie .**





## Woord vooraf

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

# Samenvatting

De stijgende voedselprijzen in België leggen een toenemende druk op studenten met een beperkt budget en beperkte mobiliteit. Bestaande prijsvergelijkings-tools zijn niet geschikt voor deze doelgroep, omdat ze geen rekening houden met reisafstanden of het aantal winkels dat een consument bereid is te bezoeken. Wat nog een probleem vormt is dat deze tools gebruiken barcodes om prijzen te vergelijken, wat betekent dat A-merken worden genegeerd of nauwelijks gezien. Bovendien zijn sommige daarvan betaald. Dit onderzoek is gericht op het ontwerpen van een systeem dat klanten helpt weloverwogen beslissingen te nemen over hun boodschappen met een duidelijke inzicht op prijzen, met de focus op studenten in Gent. De belangrijkste onderzoeksraag is: Hoe kan een transparant en schaalbaar systeem worden ontworpen en ontwikkeld om automatisch supermarktprijzen in België te verzamelen, te matchen en te vergelijken, en tegelijkertijd rekening te houden met de beperkingen van de afstand en het aantal winkels van klanten? Het prototype zal worden geïmplementeerd in Python en Django, met behulp van webscraping bibliotheken om prijsgegevens te verzamelen van supermarktwebsites en een PostgreSQL-database om de gegevens te bewaren. Gebruikers kunnen een boodschappenlijstje invoeren en een maximale reisafstand of aantal winkels opgeven, waarna het systeem het meest kosteneffectieve boodschappenplan berekent. De evaluatie vergelijkt de totale kosten van vooraf gedefinieerde winkelwagentjes voor studenten tussen één winkel en geoptimaliseerde opties voor meerdere winkels. Verwachte resultaten zijn onder meer meetbare kostenbesparingen. Dit project draagt bij aan realistischere en toegankelijker prijsvergelijkingsystemen door technische efficiëntie te integreren met consumentgerichte beperkingen, waardoor studenten weloverwogen en betaalbare winkelkeuzes kunnen maken.

# Inhoudsopgave

<b>Lijst van figuren</b>	<b>vii</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>viii</b>
<b>Lijst van codefragmenten</b>	<b>ix</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Probleemstelling . . . . .	1
1.2 Onderzoeksraag . . . . .	1
1.3 Deelvragen . . . . .	2
1.4 Onderzoeksdoelstelling . . . . .	2
1.5 Opzet van deze bachelorproef . . . . .	3
<b>2 Stand van zaken</b>	<b>4</b>
<b>3 Methodologie</b>	<b>9</b>
3.1 Proof of concept . . . . .	9
3.1.1 Systeemontwerp . . . . .	9
3.1.2 Dataverzameling . . . . .	9
3.1.3 Dataverwerking en productmatching . . . . .	10
3.1.4 Interfaceontwikkeling en integratie . . . . .	10
3.1.5 Evaluatie . . . . .	10
<b>4 Conclusie</b>	<b>12</b>
<b>A Onderzoeksvoorstel</b>	<b>14</b>
A.1 Introduction . . . . .	14
A.2 Literature Review . . . . .	15
A.2.1 Context: food prices and student pressure . . . . .	15
A.2.2 Existing solutions . . . . .	16
A.2.3 Supermarket data: web scraping as a practical pipeline . . . . .	16
A.2.4 Legal and Ethical considerations for scraping . . . . .	16
A.2.5 Product matching across retailers . . . . .	17
A.2.6 Decision support, trust, and constraints in grocery apps . . . . .	17
A.3 Methodology . . . . .	17
A.3.1 System Design . . . . .	17
A.3.2 Data Collection . . . . .	18
A.3.3 Data Processing and Product Matching . . . . .	18

---

A.3.4 System implementation . . . . .	18
A.3.5 Evaluation . . . . .	18
A.4 Expected results . . . . .	19
<b>Bibliografie</b>	<b>20</b>

# Lijst van figuren

2.1 Voorbeeld figuur. . . . .	5
-------------------------------	---

# Lijst van tabellen

2.1 Voorbeeld tabel . . . . .	8
-------------------------------	---

# Lijst van codefragmenten

2.1 Voorbeeld codefragment . . . . .	4
--------------------------------------	---

# 1

## Inleiding

De voedselprijzen in België zijn de afgelopen jaren aanzienlijk gestegen, wat een toenemende financiële druk legt op studenten en andere budgetbewuste consumenten. Hoewel er verschillende prijsvergelijkingstools voor supermarkten bestaan, richten deze zich over het algemeen op het presenteren van de laagste prijzen, zonder rekening te houden met praktische beperkingen, zoals de afstand die een consument bereid is af te leggen of het aantal winkels dat hij of zij redelijkerwijs kan bezoeken. Hierdoor bieden deze tools theoretisch optimale oplossingen die in de praktijk moeilijk te implementeren zijn, met name voor studenten met beperkte mobiliteit en een strak schema.

### 1.1. Probleemstelling

Studenten ondervinden vaak uitdagingen bij het vinden van de meest kostenefficiënte winkelopties. Beperkte budgetten, gecombineerd met tijd- en reisbeperkingen, bemoeilijken efficiënte prijsvergelijkingen tussen verschillende supermarkten. Bestaande tools houden zelden rekening met deze beperkingen, waardoor er een kloof ontstaat tussen beschikbare prijsinformatie en bruikbare, gebruikersgerichte inzichten. Dit onderzoek pakt deze kloof aan door zich te richten op de ontwikkeling van een systeem dat is afgestemd op de behoeften van studenten met gelimiteerde budget in Gent.

### 1.2. Onderzoeksvraag

Om een dergelijk systeem te ontwikkelen, moet de volgende hoofdonderzoeksvraag worden beantwoord: Hoe ontwerp en ontwikkel je een transparant en schaalbaar systeem dat automatisch supermarktprijzen in Gent kan verzamelen, matchen en vergelijken, rekening houdend met de afstand van consumenten en het aantal winkelbezoeken beperkt?

### **1.3. Deelvragen**

Verder moet onderzoek worden gedaan naar de programmatische en architecturale details van de beoogde oplossing en de succesfactoren ervan. Meer specifiek:

- Hoe kunnen supermarktprijsgegevens automatisch worden verzameld en gestructureerd?
- Welke benaderingen kunnen worden gebruikt om algemene productnamen te matchen en zo nauwkeurige vergelijkingen te maken?
- Hoe kan het systeem de meest kosteneffectieve combinaties van winkels binnen een door de gebruiker gedefinieerde afstand en een winkellimiet berekenen en aanbevelen?
- Hoe kan de systeemarchitectuur worden ontworpen om schaalbaarheid en transparantie van de data te ondersteunen?
- Aan welke criteria moet het prototype voldoen om als een geldig proof-of-concept te worden beschouwd?

Om deze vraag te beantwoorden en het onderzoek te sturen, is een beter begrip van de doelgroep en de probleemcontext vereist. Meer specifiek:

- Welke factoren beïnvloeden momenteel de consumptiegewoonten van studenten in België?
- Welke tools voor prijsvergelijking zijn er in België beschikbaar en welke tekortkomingen hebben ze voor studenten?
- Welke technische en praktische uitdagingen zijn er bij het verzamelen van prijsgegevens van Belgische supermarkten?

### **1.4. Onderzoeksdoelstelling**

Het resultaat van dit onderzoek is een prototype, geïmplementeerd met Python en Django, dat prijsgegevens verzamelt via webscraping van Belgische supermarktwebsites. Gebruikers van dit prototype kunnen een algemene boodschappenlijst invoeren en een maximale reisafstand of een limiet voor het aantal winkels opgeven. Het systeem berekent vervolgens de meest kosteneffectieve combinatie van winkels op basis van deze beperkingen. Het systeem wordt geëvalueerd met behulp van een vooraf gedefinieerde 'studentenwinkelwagen' om de totale kosten van een aankoop in één winkel te vergelijken met de geoptimaliseerde aanbeveling voor meerdere winkels die door het systeem wordt gegenereerd.

Dit onderzoek draagt bij aan de ontwikkeling van realistische en toegankelijke tools voor supermarktprijsvergelijking die technische efficiëntie combineren met consumentgerichte beperkingen. Door zich te richten op de behoeften van studenten,

beoogt het systeem de prijstransparantie te vergroten en weloverwogen, budgetbewuste winkelbeslissingen te ondersteunen. Het biedt praktische inzichten die toekomstige consumentgerichte toepassingen kunnen inspireren.

## **1.5. Opzet van deze bachelorproef**

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomain, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeks vragen.

In Hoofdstuk 4, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeks vragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

# 2

## Stand van zaken

Dit hoofdstuk bevat je literatuurstudie. De inhoud gaat verder op de inleiding, maar zal het onderwerp van de bachelorproef \*diepgaand\* uitspitten. De bedoeling is dat de lezer na lezing van dit hoofdstuk helemaal op de hoogte is van de huidige stand van zaken (state-of-the-art) in het onderzoeksgebied. Iemand die niet vertrouwd is met het onderwerp, weet nu voldoende om de rest van het verhaal te kunnen volgen, zonder dat die er nog andere informatie moet over opzoeken (Pollefliet, 2011).

Je verwijst bij elke bewering die je doet, vakterm die je introduceert, enz. naar je bronnen. In  $\text{\LaTeX}$  kan dat met het commando `\textcite{}` of `\autocite{}`. Als argument van het commando geef je de “sleutel” van een “record” in een bibliografische databank in het Bib $\text{\LaTeX}$ -formaat (een tekstbestand). Als je expliciet naar de auteur verwijst in de zin (narratieve referentie), gebruik je `\textcite{}`. Soms is de auteursnaam niet expliciet een onderdeel van de zin, dan gebruik je `\autocite{}` (referentie tussen haakjes). Dit gebruik je bv. bij een citaat, of om in het bijschrift van een overgenomen afbeelding, broncode, tabel, enz. te verwijzen naar de bron. In de volgende paragraaf een voorbeeld van elk.

Knuth (1998) schreef een van de standaardwerken over sorteer- en zoekalgoritmen. Experten zijn het erover eens dat cloud computing een interessante opportuniteit vormen, zowel voor gebruikers als voor dienstverleners op vlak van informatietechnologie (Creeger, 2009).

Let er ook op: het `cite`-commando voor de punt, dus binnen de zin. Je verwijst meteen naar een bron in de eerste zin die erop gebaseerd is, dus niet pas op het einde van een paragraaf.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehi-

**Codefragment 2.1:** Voorbeeld van het invoegen van een codefragment.



**Figuur 2.1:** Voorbeeld van invoegen van een figuur. Zorg altijd voor een uitgebreid bijschrift dat de figuur volledig beschrijft zonder in de tekst te moeten gaan zoeken. Vergeet ook je bronvermelding niet!

cula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque

henderit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascentur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum

ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut

<b>Kolom 1</b>	<b>Kolom 2</b>	<b>Kolom 3</b>
$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
A	10.230	a
B	45.678	b
C	99.987	c

**Tabel 2.1:** Voorbeeld van een tabel.

metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

# 3

## Methodologie

Dit proefschrift richt zich op het ontwerp en de implementatie van een functioneel prototype dat automatisch supermarktprijzen in Gent verzamelt, vergelijkt en matcht.

### 3.1. Proof of concept

De proof of concept opbouw bestaat uit vier opeenvolgende fasen: systeemontwerp, dataverzameling, dataverwerking en evaluatie.

#### 3.1.1. Systeemontwerp

In de eerste fase werden de architectuur en datastream van het systeem gedefinieerd met als doel modulariteit, schaalbaarheid en transparantie te garanderen. Het systeem is opgebouwd als een modulaire, event-gedreven pipeline bestaande uit vier lagen. De eerste laag is datacaptatielaag, deze laag beheert de opslag van producteninformatie. De tweede laag is verrantwoordelijk om ruwe datasets publiceren in Kafka en het is transportlaag. De derde laag is de verwerkingslaag, daar een Kafka-consumer verwerkt, normaliseert en matcht producten, en slaat de resultaten op in een PostgreSQL-database. De vierde laag is de presentatielaag, een Django-gebaseerde webinterface maakt het mogelijk boodschappenlijsten en beperkingen in te voeren en berekent de goedkoopste winkelcombinatie.

#### 3.1.2. Dataverzameling

De dataverzamelingsfase richt zich op het verzamelen van dagelijkse product- en prijsinformatie van geselecteerde Gentse supermarkten. Dit wordt uitgevoerd met behulp van webscrapingtechnieken, geïmplementeerd via Scrapy-spiders. Scrapy wordt gebruikt om HTTP-verzoeken te versturen en de onbewerkte HTML-inhoud van webpagina's op te halen, waardoor toegang wordt verkregen tot publiek be-

schikbare informatie zonder een volledige browseromgeving.

De spiders extraheren relevante gegevens zoals productnamen, verpakningsformaten, prijzen en merklabels door specifieke HTML-elementen te parsen. Voor websites die gebruikmaken van JavaScript-gedreven dynamische inhoud wordt een browser-emulator ingezet, zodat pagina's eerst volledig kunnen laden voordat ze verwerkt worden.

In plaats van de gegevens onmiddellijk op te slaan of te verwerken, worden alle gescrapete productrecords als ruwe JSON-objecten gepubliceerd naar een Kafka-topic. Hierdoor wordt de dataverzameling losgekoppeld van de daaropvolgende verwerkingsstappen, wat de schaalbaarheid en fouttolerantie van het systeem verhoogt. Naast de productinformatie zelf worden ook metadata zoals timestamp en bronwinkel meegestuurd, waardoor transparantie en reproduceerbaarheid worden gegarandeerd.

### **3.1.3. Dataverwerking en productmatching**

De dataverwerking gebeurt asynchroon in een aparte module die berichten uit Kafka consumeert en omdat supermarkten verschillende productnamen en -formaten gebruiken, moeten de verzamelde gegevens worden voorbewerkt voordat ze kunnen worden vergeleken. Deze fase bestaat uit een aantal stappen: data cleaning, normalisatie en productmatching. De dataopschoningsstap omvat het verwijderen van duplicaten en eenheidsnormalisatie (bijv. prijs per kg of per liter). De matchingstap implementeert string-similariteitsalgoritmen, zoals Levenshtein-afstand en cosinus-similariteit op TF-IDF-vectoren, om gelijkwaardige producten in verschillende winkels te matchen. De filterstap slaat de dichtstbijzijnde productmatches op om nauwkeurigheid in vergelijkingen te garanderen. Het resultaat van deze fase is een uniforme dataset waarin identieke of vergelijkbare producten uit verschillende winkels direct kunnen worden vergeleken.

### **3.1.4. Interfaceontwikkeling en integratie**

De tool combineert alle componenten in één Django-gebaseerde webapplicatie. Daarnaast wordt er vergelijking module binnen deze applicatie uitgewerkt die berekent voor een ingevoerd boodschappenlijstje de kostprijs als alle producten in één winkel worden gekocht en de minimale totale prijs bij optimale winkelcombinatie, rekening houdend met maximale reisafstand en maximaal aantal winkels.

### **3.1.5. Evaluatie**

De evaluatiefase beoordeelt de praktische bruikbaarheid van het systeem, met behulp van vooraf gedefinieerde winkelwagentjes voor studenten die realistische aankoopscenario's simuleren. Elk winkelwagentje wordt vanuit twee perspectieven geanalyseerd: winkelen in één winkel (alle artikelen in één supermarkt kopen) en geoptimaliseerd winkelen in meerdere winkels (alle artikelen kopen op basis van de

aanbevelingen van het systeem).

Op basis van deze resultaten kan het prototype worden beschouwd als een succesvol proof-of-concept als het in staat is om kostenbesparingen te realiseren voor Gentse studenten met verschillende criteria, terwijl de transparantie in het besluitvormingsproces behouden blijft.

# 4

## Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem. Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.

# A

## Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

### A.1. Introduction

In recent years, food prices in Belgium have risen significantly, placing increasing financial pressure on students and other budget-conscious consumers. While several supermarket price comparison tools exist, they generally focus on presenting the lowest prices without considering practical limitations, such as the distance a consumer is willing to travel or the number of stores they can reasonably visit. As a result, these tools provide theoretically optimal solutions that are difficult to implement in real-world scenarios, particularly for students with limited mobility and tight schedules.

Students frequently face challenges in identifying the most cost-effective shopping options. Limited budgets, combined with time and travel constraints, complicate efficient price comparisons across different supermarkets. Existing tools rarely incorporate these constraints, creating a gap between available price information and actionable, user-centered insights. This research addresses this gap by focusing on the development of a system tailored to the needs of students in Ghent.

To develop such a system, the following main research question needs to be answered: How to design and develop a transparent and scalable system, capable of automatically collecting, matching, and comparing supermarket prices in Ghent, that takes into account consumers' distance and limits the amount of shops visited?

To support answering this question and guide the research, an improved understanding of the target audience and the problem context is required. More specific-

cally:

- What factors currently influence students' consumption habits in Belgium?
- What kind of tools for price comparisons are available in Belgium, and what shortcomings do they have for students?
- What technical and practical challenges are there for collecting price data from Belgian supermarkets?

Furthermore, research into programmatic and architectural details of the candidate solution, and its success factors, needs to be conducted. More precisely:

- How can supermarket price data be automatically collected and structured?
- What approaches can be used to match general product names to achieve accurate comparisons?
- How can the system calculate and recommend the most cost-effective combinations of stores within a user-defined distance and a store limit?
- How can the system architecture be designed to support scalability and transparency of the data?
- What criteria must the prototype meet in order to be considered a valid proof-of-concept?

The result of this research is a prototype, implemented using Python and Django, that collects price data through web scraping from Belgian supermarket websites. Users of this prototype will be able to input a general shopping list and specify a maximum travel distance or a limit on the number of stores. The system will then calculate the most cost-effective combination of stores based on these constraints. The system will be evaluated using a predefined "student shopping cart" to compare the total cost of shopping at a single store versus the optimized multi-store recommendation generated by the system.

This research contributes to the development of a realistic and accessible supermarket price comparison tools that integrate technical efficiency with consumer-centered constraints. By focusing on students' needs, the system aims to enhance price transparency and support informed, budget-conscious shopping decisions, offering practical insights that could inform future consumer-oriented applications.

## **A.2. Literature Review**

### **A.2.1. Context: food prices and student pressure**

Recent Belgian indicators show persistent price pressure on food. According to Statbel's CPI' report, the headline and core inflation remain elevated throughout

2024-2025, with core inflation above 2% in October 2025(Statbel, 2025a, 2025b). Independent tracking by Testaankoop/Testachats likewise reports supermarket specific inflation

around 4% in 2025 (Testaankoop, 2025a, 2025b). Broader macro assessments (*OECD Economic Surveys: Belgium 2024*, 2024) show the detailed impact of inflation, confirming price pressure on consumers. Together, these sources substantiate the problem relevance for the price-sensitive groups such as students.

### **A.2.2. Existing solutions**

There are several Belgian specific tools available to help consumers compare supermarket prices and select better products such as PingPrice (PingPrice, 2024) and G4U (G4U, 2025). However, both apps have their limitations. PingPrice compares products using barcodes, which prevents it from effectively comparing store-brand or generic products that lack standardized identifiers. As a result, many relevant items are excluded from comparisons.

G4U, on the other hand, offers extensive product and promotion information, but operates as a paid service, limiting its accessibility for students who already face financial constraints. Consequently, there is a need for a free and transparent alternative that allows users to compare generic product categories, rather than barcodes.

### **A.2.3. Supermarket data: web scraping as a practical pipeline**

Because Belgian retailers rarely expose APIs for product/price feeds to the public, web scraping is a pragmatic way of obtaining structured price data from public pages. While (Logos et al., 2023) and (Brown et al., 2024) guide through ethical and methodological approach to web scraping, they do not propose specific technical implementation for cases where public APIs are not available.

Building on their recommendations, the following process is proposed in this paper: HTML retrieval, parsing of the content, automated browser rendering for JavaScript-dependent content, and storing the price data. This approach to Belgian specific market is inspired by Statbel (Ken Van Loon, 2018) paper.

### **A.2.4. Legal and Ethical considerations for scraping**

Scraping must respect terms of service (ToS), IP, and data-protection constraints. Comparative analyses of website ToS show many platforms explicitly regulate "robots/scrapers", requiring researchers to weigh necessity, proportionality, and compliance mechanisms (Fiesler et al., 2020). Recent overviews propose concrete checklists on legality, ethics, and institutional review: for example, documenting purpose, rate limits, storage, data sharing (Brown et al., 2024; Logos et al., 2023). These frameworks guide the governance of the prototype.

**A.2.5. Product matching across retailers**

Price comparison requires aligning "the same" item across stores despite naming/pack size differences. Literature supports a two-stage approach: 1. exact identifiers (e.g., EAN/GTIN) where available; 2. approximate/semantic matching using fuzzy similarity (Levenshtein/TF-IDF/cosine) or ML embeddings for near-duplicate detection (Kerek, 2020; Ning et al., 2022). These methods map directly from user-supplied product name to store's specific unit.

**A.2.6. Decision support, trust, and constraints in grocery apps**

Trust is a critical factor influencing user's willingness to adopt digital grocery tools. (Chakraborty et al., 2024) highlights the importance of information credibility, clarity and quality of interaction for building user's trust in online grocery environments. Building on this perspective, (DeZao, 2024) emphasizes trust in AI-powered systems. By showing their data sources and timestamps, these systems become more transparent and consequently are perceived as more reliable and fair by users. Moreover, real-world constraints such as travel distance and ability to visit certain amount of stores affect the usefulness of such tools. Integration of these constraints expands and improves decision support criteria.

In summary, the literature supports a pipeline combining web scraping, reproducible matching (EAN-first + fuzzy/ML fallback), and transparent interfaces that expose source and recency, evaluated on precision/recall for matches and realistic student-centric constraints (e.g. distance, maximum amount of stores) for cost outcomes.

**A.3. Methodology**

This thesis focuses on the design and implementation of a functional prototype that automatically collects, matches, and compares supermarket prices in Ghent. The research process is divided into five main phases: system design, data collection, data processing and product matching, system implementation and evaluation.

**A.3.1. System Design**

In the first phase, the system's architecture and data flow were defined to ensure modularity, scalability, and transparency. The architecture consists of three distinct layers. The first layer is called the data layer and manages the storage of product and price information in a PostgreSQL relational database. The second layer is the processing layer and handles web scraping, data cleaning, and product matching logic, implemented in Python. The third layer is the presentation layer, which provides a user interface through a Django web application, allowing users to input shopping lists and define constraints such as travel distance and the number of stores. These design choices were made to support future scalability and the integration of new supermarket and product data.

### **A.3.2. Data Collection**

The data collection phase focuses on gathering daily product and price information from selected Ghent supermarkets. This is achieved using web scraping techniques, using Python libraries such as Requests, BeautifulSoup, and Selenium. Requests is used to send HTTP requests and retrieve the raw HTML content of web pages, giving access to publicly available information without a browser. BeautifulSoup is employed to parse and extract specific elements from the HTML content obtained through Requests. Lastly, Selenium is used for scraping dynamic websites that load data through JavaScript after initial page request.

Each scraper retrieves product names and prices. All data is stored along with additional metadata such as timestamps and data sources to maintain transparency and traceability.

### **A.3.3. Data Processing and Product Matching**

Since supermarkets use different product names and formats, the collected data requires preprocessing before comparison. This phase happens in a number of steps: data cleaning, normalization and product matching. The data cleaning step includes the removal of duplicates and unit normalization (e.g. price per kg or per liter). The matching step implements string similarity algorithms, such as Levenshtein distance and cosine similarity on TF-IDF vectors, to match equivalent products across stores. The filtering step stores the closest product matches to ensure accuracy in comparisons. The result of this phase is a unified dataset where identical or similar products from different stores can be compared directly.

### **A.3.4. System implementation**

The tool integrates following components into a single Django-based web application. Data Scraper runs scheduled scraping jobs and updates the database. Data Processor performs data cleaning and product matching. Comparison Engine calculates the most cost-effective store combinations based on user's constraints. User Interface allows users to input shopping lists and define parameters such as maximum distance and store count. The system is designed for local deployment during testing but can be extended for public use.

### **A.3.5. Evaluation**

The evaluation phase assesses the practical usefulness of the system, using predefined student shopping carts that simulate realistic purchase scenarios. Each cart is analyzed from two perspectives: Single-store shopping (purchasing all items in one supermarket) and Optimized multi-store shopping (purchasing all items using the system's recommendation).

Based on these results, the prototype can be considered a successful proof-of-concept if it is capable of producing cost reductions for Ghent students with various criteria,

while maintaining transparency in its decision process.

#### **A.4. Expected results**

The main expected outcome of this research is a functional prototype that demonstrates the feasibility of a system for collecting, matching and comparing product prices. This includes a working scraping module that collects price and data from multiple stores' websites, and a matching module for corresponding items across different shops with a high level of accuracy. After evaluation using predefined student carts, the prototype is expected to demonstrate measurable price difference when compared to shopping in a single supermarket. These results should confirm added value of the system in terms of affordability.

# Bibliografie

- Brown, M. A., Gruen, A., Maldoff, G., Messing, S., Sanderson, Z., & Zimmer, M. (2024). Web Scraping for Research: Legal, Ethical, Institutional, and Scientific Considerations. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2410.23432>
- Chakraborty, D., Kumar Kar, A., Patre, S., & Gupta, S. (2024). Enhancing trust in online grocery shopping through generative AI chatbots. *Journal of Business Research*, 180, 114737. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114737>
- Creeger, M. (2009). CTO Roundtable: Cloud Computing. *Communications of the ACM*, 52(8), 50–56.
- DeZao, T. (2024). Enhancing transparency in AI-powered customer engagement. *Journal of AI, Robotics & Workplace Automation Volume 3 Number 2,2024*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2410.01809>
- Fiesler, C., Beard, N., & Keegan, B. C. (2020). No Robots, Spiders, or Scrapers: Legal and Ethical Regulation of Data Collection Methods in Social Media Terms of Service. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 14, 187–196. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v14i1.7290>
- G4U. (2025). G4U. <https://g4u-app.com/>
- Ken Van Loon, D. R. (2018). Webscraping, de verzameling en verwerking van online data voor de consumptieprijsindex. [https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/documents/Analyse/NL/webscraping\\_nl.pdf](https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/documents/Analyse/NL/webscraping_nl.pdf)
- Kerek, H. (2020). *Product Similarity Matching for Food Retail using Machine Learning* (**publication**Nr. 2020:067) [masterscriptie, KTH, Mathematical Statistics].
- Knuth, D. E. (1998). *The art of computer programming, volume 3: (2nd ed.) sorting and searching*. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Logos, K., Brewer, R., Langos, C., & Westlake, B. (2023). Establishing a framework for the ethical and legal use of web scrapers by cybercrime and cybersecurity researchers: learnings from a systematic review of Australian research. *International Journal of Law and Information Technology*, 31(3), 186–212. <https://doi.org/10.1093/ijlit/eaad023>
- Ning, W., Cheng, R., Shen, J., Haldar, N. A. H., Kao, B., Yan, X., Huo, N., Lam, W. K., Li, T., & Tang, B. (2022). Automatic Meta-Path Discovery for Effective Graph-Based Recommendation. *Proceedings of the 31st ACM International Conference on Information & Knowledge Management*, 1563–1572. <https://doi.org/10.1145/3511808.3557244>

- OECD Economic Surveys: Belgium 2024. (2024, september). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c671124e-en>
- PingPrice. (2024). PingPrice. <https://www.pingprice.be/en/>
- Pollefliet, L. (2011). *Schrijven van verslag tot eindwerk: do's en don'ts*. Academia Press.
- Statbel. (2025a). Harmonised index of consumer prices - December 2024. <https://statbel.fgov.be/en/news/harmonised-index-consumer-prices-december-2024>
- Statbel. (2025b). Consumer price index - September 2025. <https://statbel.fgov.be/en/themes/consumer-prices/consumer-price-index>
- Testaankoop. (2025a). Rundsvlees wordt duur: biefstuk 18% duurder dan vorig jaar, americain natuur 17% duurder. <https://www.test-aankoop.be/familie-prive/supermarkten/pers/inflatie-april-2025>
- Testaankoop. (2025b). Inflatie in de supermarkt: net onder 4 % in september. *Helena Coupette*. <https://www.test-aankoop.be/familie-prive/supermarkten/nieuws/maandelijkse-inflatie-supermarkt>