

# Technisch adviesrapport

Project Innovate INF1B P4



Versie 1.0

19-06-2023

Van Schaikweg 94, 7811 KL Emmen

Team INF1B

## Projectleden

Raeven van Dijk	<a href="mailto:raeven.van.dijk@student.nhlstenden.com">raeven.van.dijk@student.nhlstenden.com</a>	5192374
Kjeld Heemskerk	<a href="mailto:kjeld.heemskerk@student.nhlstenden.com">kjeld.heemskerk@student.nhlstenden.com</a>	5201330
Jesper Schuurman	<a href="mailto:jesper.schuurman@student.nhlstenden.com">jesper.schuurman@student.nhlstenden.com</a>	5201780
Kevin Spalink	<a href="mailto:kevin.spalink@student.nhlstenden.com">kevin.spalink@student.nhlstenden.com</a>	5236096
Kay Westerhof	<a href="mailto:kay.westerhof@student.nhlstenden.com">kay.westerhof@student.nhlstenden.com</a>	5196868
Tristan Janssen	<a href="mailto:tristan.janssen@student.nhlstenden.com">tristan.janssen@student.nhlstenden.com</a>	5201373

## Samenvatting

Het probleem van voedselverspilling is een ernstige zaak waar we allemaal verantwoordelijkheid voor moeten nemen. Terwijl er miljoenen mensen wereldwijd hongerlijden, wordt er alleen in Nederland al jaarlijks meer dan 590 miljoen kilo aan voedsel verspild. Het is belangrijk dat we ons bewust worden van dit probleem en dat we actie ondernemen om voedselverspilling tegen te gaan.

Ons innovatieve product heeft als doel om consumenten te helpen met het proces van het tegengaan van voedselverspilling. Dit wordt gerealiseerd door gebruikers tijdig te waarschuwen wanneer een product bijna over datum gaat.

De hardware module is het hart van ons systeem. Via het touchscreen van de module heeft de gebruiker toegang tot alle basisfunctionaliteiten van het systeem, hiernaast is er ook nog een app. Via deze app is het mogelijk om een overzicht te krijgen van de producten in de koelkast.

Het systeem van de module draait op een Raspberry Pi 3, op deze Pi worden de gegevens van de gescande producten opgeslagen in een MariaDB database. Hierop draait ook de applicatie, die is geschreven in Python. Voor communicatie tussen de module en de app is er ook nog een API, die gemaakt is met FastAPI.

De software van de module heeft nog een aantal verbeterpunten. Deze verbeterpunten zijn een nieuwe kalenderwidget, een bewerkknop op de productenlijst, een grafisch verbeterde productwidget, een nieuw onscreen toetsenbord en custom hardware.

De verbeterpunten voor de app zijn ondersteuning voor meerdere productenlijsten, een functie om boodschappenlijstjes te maken, een vertaal functie en een iOS app naast de bestaande Android app.

Verbeterpunten voor de behuizing zijn het gebruiken van custom hardware voor een betere samenhang tussen hardware en behuizing en het gebruik van betere productiemethoden, zoals het produceren door middel van spuitgaten.

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Inleiding .....	5
Probleem.....	6
Rol van technologie bij het tegen gaan van voedselverspilling.....	6
Ontwerp .....	7
Module kenmerken .....	7
App kenmerken.....	7
Technologieën.....	8
Gebruikte technologieën .....	8
Hardware .....	8
Software.....	8
API .....	9
Advies doorontwikkeling .....	9
Vergelijkbare producten .....	9
Voor- en nadelen .....	10
Module.....	10
App.....	11
Behuizing.....	12
Benodigdheden/kosten .....	12
Conclusie.....	13
Literatuurlijst .....	14

## Inleiding

Het probleem van voedselverspilling is een ernstige zaak waar we allemaal verantwoordelijkheid voor moeten nemen. Terwijl er miljoenen mensen wereldwijd hongerlijden, wordt er alleen in Nederland al jaarlijks meer dan 590 miljoen kilo aan voedsel verspild. Het is belangrijk dat we ons bewust worden van dit probleem en dat we actie ondernemen om voedselverspilling tegen te gaan.

Een van de belangrijkste oorzaken van voedselverspilling is dat we vaak meer voedsel kopen dan we nodig hebben. Dit kan leiden tot producten die over de datum gaan en die we uiteindelijk weggooien. Om verspilling zo veel mogelijk te voorkomen is het verstandig dat we de houdbaarheidsdatum van producten gaan bijhouden. Op deze manier kan een product nog worden gebruikt voordat het bederft.

Ons innovatieve product heeft als doel om consumenten te helpen met het proces van het tegengaan van voedselverspilling. Dit wordt gerealiseerd door gebruikers tijdig te waarschuwen wanneer een product bijna over datum gaat. Deze simpele toevoeging stelt consumenten in staat om onnodig voedselverspilling te verminderen en bij te dragen aan een duurzamere wereld.

Dit rapport is opgedeeld in verschillende secties. Allereerst wordt het probleem beschreven en de rol van technologie bij het oplossen van dit probleem. Vervolgens wordt er ingegaan op het ontwerp van het product en de kenmerken van de verschillende componenten. In het volgende hoofdstuk wordt besproken welke technologieën zijn gebruikt tijdens de ontwikkeling van het product en hoe deze zijn toegepast. Ten slotte wordt een advies gegeven voor het door ontwikkelen van het product op basis van vergelijkbare systemen.

## Probleem

Gemiddeld wordt er in Nederland per persoon ongeveer 34,3 kg aan eetbaar voedsel weggegooid, waarvan 4,8 kg nog in verpakking of schil zit als het in de prullenbak belandt. Thuis verspillen we in totaal 9,5% van al het gekochte voedsel, met een gemiddelde waarde van € 120 per persoon per jaar.

Op wereldwijde schaal gaat ongeveer een derde van al het voedsel verloren door verspilling. Het verspillen van voedsel betekent ook het verspillen van grondstoffen en hulpbronnen die zijn gebruikt tijdens de productie, zoals vruchtbare grond, water, arbeid en energie. Als we geen voedsel zouden verspillen, zouden we deze landbouwgrond en het gebruikte water kunnen teruggeven aan de natuur, terwijl we tegelijkertijd energie zouden besparen.

De milieueffecten zijn afhankelijk van het type voedsel dat wordt weggegooid. Over het algemeen wordt er relatief weinig vlees verspild, maar het vertegenwoordigt nog steeds ongeveer 7% van al het weggegooid voedsel. Het houden van vee produceert echter aanzienlijke hoeveelheden broeikasgassen en vereist veel land, water en voer. Voor elke kilo rundvlees moet bijvoorbeeld een koe 13 kilo voedsel eten, dat vaak opnieuw verbouwd moet worden. Daarom is de milieubelasting per kilo weggegooid vlees veel groter dan die van andere verspilde voedingsmiddelen. Over het algemeen is de milieubelasting per kilo brood (21% van het verspilde voedsel), groente (11%) en aardappelen (8%) relatief laag. Echter, vanwege de grote hoeveelheden die hiervan worden verspild, blijft de totale belasting toch hoog.

## Rol van technologie bij het tegen gaan van voedselverspilling

Technologie speelt al een lange tijd een grote rol bij het tegen gaan van voedselverspilling. Bedrijven zetten zich al lange tijd steeds meer in om voedselverspilling tegen te gaan. De meeste van deze oplossingen worden vooral ontwikkeld voor de periode na de oogst, tot aan de supermarkt zodat er zoveel mogelijk van de oogst verkocht kan worden. De technologie die hiervoor steeds vaker wordt toegepast is AI. Zo gebruikt Albert Heijn (Albert Heijn, 2023) nu bijvoorbeeld AI om de houdbaarheid te bepalen van aardbeien, rekening houdend met allerlei verschillende omstandigheden zoals het weer.

## Ontwerp

### Module kenmerken

De hardware module is het hart van ons systeem. Via het touchscreen van de module heeft de gebruiker toegang tot alle basisfunctionaliteiten van het systeem, zonder dat hier een aparte app voor nodig is. De gebruiker kan op de module producten invoeren, opgeslagen producten bekijken en wijzigen en handmatig producten toevoegen die geen barcode hebben.

Om het toevoegen van producten zo simpel mogelijk te maken wordt er gebruik gemaakt van een barcode scanner. Wanneer de gebruiker de barcode van een product scant wordt de merk en de naam automatisch opgehaald. De gebruiker hoeft nu enkel nog maar het aantal en de houdbaarheidsdatum in te voeren.

Het is ook mogelijk om een product toe te voegen zonder barcode. Hiervoor is een aparte pagina waar de naam van het product met een schermtoetsenbord ingevoerd kan worden.

De gebruiker kan ook eenvoudig de al ingevoerde producten bekijken en bewerken via de productlijst. Alle ingevoerde producten staan gesorteerd per productnaam en naast de individuele producten staat een knop om het aantal te verminderen.

### App kenmerken

De app is een ondersteunend product voor de module. Via de app is het mogelijk om een overzicht te krijgen van de producten in de koelkast. Op de app wordt weergegeven hoeveel er per product in de koelkast aanwezig is en wat daarbij de houdbaarheidsdatum is. Het is niet mogelijk om via de app producten toe te voegen.

De app heeft verplicht verbinding nodig met het internet. Wanneer dit niet het geval is komt er een melding in het scherm met de tekst "Geen internetverbinding". De app heeft verbinding met het internet nodig om een aantal foto's op te halen. De app heeft ook verbinding nodig met de module.

Via de module wordt de informatie binnengehaald wat er aanwezig is in de koelkast. Wanneer er geen verbinding is met de module worden er een aantal functionaliteiten uitgeschakeld, waaronder de recepten knop en het overzicht van de producten in de koelkast.

In de app is er een mogelijkheid om recepten te generen aan de hand van de beschikbare producten. Bij recepten komt er een overzicht van mogelijke recepten met producten die zich in de koelkast bevinden. De app bekijkt de beschikbare producten en maakt aan de hand van de beschikbare producten recepten. Bij recepten zijn er 2 kopjes gemaakt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen producten die nog 3 dagen hebben tot ze over datum zijn en producten die een langere houdbaarheidsdatum hebben. Wanneer er op een product gedrukt wordt komt de mogelijkheid om een recept te laten zien.

Bij het kopje productenlijst wordt er een lijst getoond van de aanwezige producten in de koelkast. Bij het product wordt het merk, productnaam, houdbaarheidsdatum en indien beschikbaar foto getoond.

## Technologieën

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke technologieën we hebben gebruikt/toegepast om ons product te ontwikkelen.

### Gebruikte technologieën

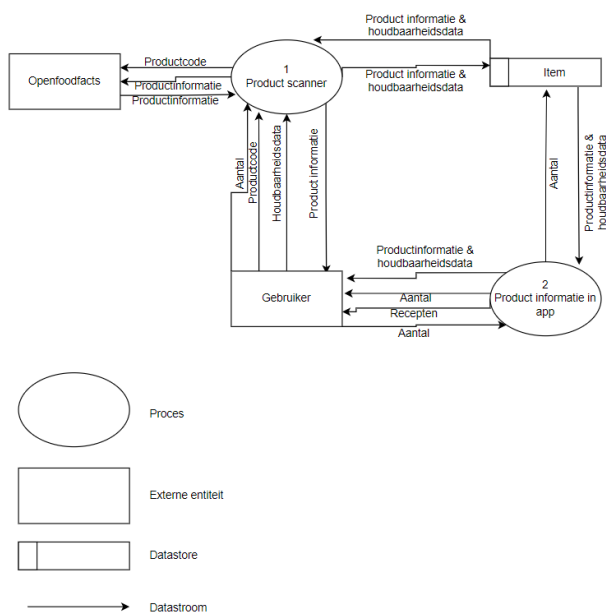
#### Hardware

Het systeem van de module draait op een Raspberry Pi 3, op deze Pi worden de gegevens van de gescande producten opgeslagen in een database. Hierop aangesloten is een touchscreen scherm zodat gebruikers makkelijk door de applicatie kunnen navigeren. De behuizing van de module is een zelfgemaakt 3d ontwerp en is uitgeprint met behulp van een 3D printer.

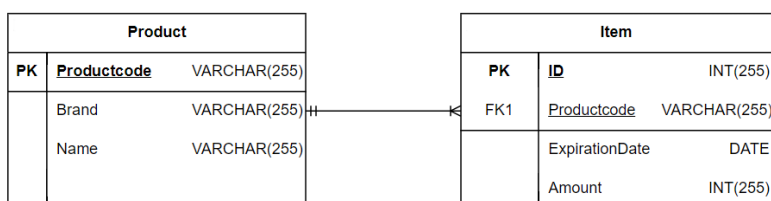
Het scannen wordt gedaan met behulp van een Pi Camera, onder het kopje software wordt verder beschreven hoe dit wordt afgehandeld.

#### Software

Het scannen wordt gedaan met een python library genaamd 'pyzbar'. Met behulp van deze library zijn wij in staat om een barcode te zoeken in een afbeelding en deze te scannen. Het gescande barcodenummer wordt opgezocht in de open database van 'OpenFoodFacts', na het invullen van het aantal producten en de houdbaarheidsdatum wordt het product opgeslagen in de database die draait op de Raspberry Pi en maakt gebruik van MariaDB.



Figuur 1: DFD



Figuur 2: ERD



Naast de module is er een app die in verbinding staat met de database op de Raspberry Pi. De app is gemaakt voor apparaten die minimaal op Android 7 draaien. In de app wordt gebruik gemaakt van 2 functies die controleren of de telefoon verbonden is met het internet en de module. Bij het internet controleert de telefoon of er verbinding is met de wifi of het mobiele internet, wanneer dit het geval is wordt de hele app getoond. Wanneer de functie ziet dat er 1 van deze voorwaarden niet klopt wordt er een alternatieve pagina getoond.

Bij de module gaat de functie pingen met de module. Wanneer de module op hetzelfde netwerk zit als de telefoon krijgt de telefoon een berichtje terug van de module. Wanneer dit het geval is krijgt de telefoon de bevestiging dat de module verbonden is met de telefoon, vervolgens toont de app alle producten die in de koelkast liggen.

Wanneer de telefoon geen berichtje van de module terugkrijgt is de module niet met hetzelfde netwerk verbonden of staat de module niet aan. Wanneer dit het geval is toont de app de melding dat er geen verbinding mogelijk is met de module. De app werkt wel wanneer deze melding zichtbaar is alleen zijn de mogelijkheden beperkt. Hiervoor is gekozen omdat de app de producten moet ophalen van de module.

De app blijft controleren of de verbinding met het internet aanwezig is. Wanneer er veranderingen zijn past de app zich daarbij aan. Hetzelfde geldt voor de module. Wanneer de app de module vindt krijgt de app de normale weergave terug waarbij alle producten getoond worden. Dit zorgt ervoor dat de app niet opnieuw opgestart moet worden wanneer er een verandering plaats vindt met betrekking tot de verbinding.

## API

Om de communicatie tussen de module en de mobiele app simpeler te maken, draait er op het systeem van de module ook een API. Dit wordt gedaan met behulp van de python libraries genaamd 'FastAPI' en 'Uvicorn'. Via deze API kan de app een GET request sturen naar de eindpunten 'fetch', 'recipe', 'delete' en 'edit'. Het eindpunt 'fetch' haalt alle producten uit de database die op het systeem van de module draait op, zodat de app deze weer kan geven.

Via de app moet het ook mogelijk zijn om de datum van een product te wijzigen of hele producten te verwijderen. Hiervoor zijn de eindpunten 'edit' en 'delete'. Beide van deze twee eindpunten hebben de parameter 'productId' nodig, wat een uniek id is voor een product, dit id wordt ook meegegeven bij het 'fetch' eindpunt en kan zo dus makkelijk in de app worden opgeslagen om het product later te kunnen verwijderen of wijzigen.

Bij het 'edit' eindpunt zijn nog 3 extra parameters nodig, namelijk de dag, maand en jaar van de nieuwe datum. Het product wat bij het 'productId' hoort krijgt dan de nieuwe houdbaarheidsdatum die uit deze 3 parameters wordt gehaald.

## Advies doorontwikkeling

### Vergelijkbare producten

Er zijn verschillende apps die het bijhouden van houdbaarheidsdatums aanbieden. De eerste app is 'Expiry date tracker' (*Expiry Date Tracker*, z.d.), deze app doet precies wat de titel inhoudt, het houdt de datums bij van producten. Deze app biedt geen mogelijkheid om de producten te scannen, in plaats van scannen moet alle productinformatie handmatig worden ingevuld en kan er een afbeelding van het product worden gemaakt. Daarnaast biedt de app de mogelijkheid om een checklist bij te houden die de gebruikers kunnen gebruiken als een boodschappenlijstje.

Een andere vergelijkbare app is EmptyMyFridge (*EmptyMyFridge*, z.d.), deze app biedt

dezelfde mogelijkheden als de hiervoor beschreven app, echter biedt deze app wel de mogelijkheid om producten toe te voegen doormiddel van barcode scannen. Daarnaast is er een mogelijkheid om recepten te “Genereren”, echter zijn deze recepten niet echt gegenereerd recepten maar slechts linkjes naar artikelen en of YouTube video’s. Een goede toevoeging hier is dat de producten in verschillende categorieën worden geplaatst waardoor de productenlijst goed overzichtelijk is.

Naast apps zijn er geen producten die een aparte module meeleveren waarmee de producten kunnen worden gescand. Echter bestaan er wel slimme koelkasten (*Samsung*, z.d.) die deze mogelijkheid bieden, het systeem is ingebouwd in de koelkast zelf en is dus geen losse module die naast de koelkast kan worden geplaatst.

In beide apps is de mogelijkheid om een product te bewerken aanwezig, als er verkeerde gegevens zijn ingevoerd zijn deze makkelijk te bewerken en is het niet meer nodig om het product nog een keer toe te voegen.

### Voor- en nadelen

Voordelen app EmptyMyFridge:

- Overzichtelijke en gecategoriseerde productenlijst
- Meerdere locaties waar de producten onder vallen (Koelkast, Voorraad kast, Diepvries etc.)
  - o Optie om een eigen locatie toe te voegen
  - o Optie om producten te verplaatsen tussen locaties
- Een boodschappenlijst (Ook hier kunnen producten naar verplaatst worden)
- App kan in verschillende talen ingesteld worden
- App is op meerdere besturingssystemen (IOS, Android) beschikbaar

Nadelen app EmptyMyFridge:

- Gegenereerde recepten komen niet overeen met de recepten die in de app staan
- De uitleg over hoe de app werkt is moeilijk te vinden en gaan de meeste mensen dus niet gebruiken

Voordelen slimme koelkast (*Samsung Family Hub*):

- Door een camera in de koelkast kan je altijd zien wat je nog in de koelkast hebt
- Recepten gebaseerd op de inhoud van de koelkast
- Handige boodschappenlijst
- Mogelijk om houdbaarheidsdatums bij te houden en hier een melding van te krijgen

Nadelen: slimme koelkast:

- Prijzig
- Neemt erg veel ruimte in beslag

### Module

Hoewel de software van de module volledig functioneel is zijn er nog verschillende punten waarop deze verbeterd kan worden. De meeste van deze punten zijn gerelateerd aan de gebruikersinterface.

Het eerste verbeterpunt zou een nieuwe kalender widget zijn om de houdbaarheidsdatum in te vullen. De huidige widget is functioneel en is wel te gebruiken op een touchscreen, maar ideaal is het niet. Een aantal knoppen van de widget zijn niet heel touchscreen vriendelijk waardoor het gebruik van de widget soms als lastig kan worden ervaren. Idealiter komt er een vervangende kalender widget waar meer rekening is gehouden met touchscreen gebruikers door grotere buttons te gebruiken.

Het tweede verbeterpunt is het toevoegen van een bewerkknop op de productenlijst. Momenteel is het in de productenlijst alleen mogelijk om het aantal te verminderen van een product. Het is nog niet mogelijk om de houdbaarheidsdatum aan te passen of om het aantal weer te verhogen wanneer deze per ongeluk te laag is. De enige manier om zoiets nu te doen is door het product opnieuw te scannen en de oude te verwijderen. Idealiter zou dit sneller kunnen door een bewerkknop bij elk product in de productenlijst.

Het derde verbeterpunt is de productwidget die de producten weergeeft op de productenlijst. Deze widget laat momenteel alle benodigde informatie wel zien, maar de indeling ervan kan zeker nog worden verbeterd.

Het vierde verbeterpunt is het vervangen van het huidige onscreen toetsenbord. Het huidige toetsenbord is functioneel, maar het duurt lang voor dat het opstart en is niet optimaal te gebruiken aangezien de iFridge applicatie fullscreen draait. Als gevolg daarvan kan het toetsenbord niet vast onderaan het scherm worden gezet en is deze dus te verplaatsen.

Als vijfde en laatste verbeterpunt is er nog de hardware. Zoals het nu in elkaar zit is alle hardware door andere producent geproduceerd en dus niet met als doel de iFridge te besturen. Dit zou kunnen worden verbeterd worden door custom hardware te ontwerpen en zelf te produceren of door een fabrikant te laten produceren. Hierdoor zou de hardware compacter worden en zouden de onnodige functies die er nu opzitten verwijderd kunnen worden. Dit zou echter alleen mogelijk zijn wanneer het product in grote getallen geproduceerd zou worden aangezien dit gepaard zou gaan met significant hogere kosten voor de ontwikkeling van de hardware.

## App

Hoewel de app op dit moment volledig functioneel is, zijn er wel een aantal punten die eraan verbeterd kunnen worden.

Het eerste punt dat verbeterd kan worden, is het feit dat onze huidige app alleen voor de koelkast bedoeld is, terwijl het ook voor andere opslagplaatsen gebruikt kan worden, zoals de vriezer of de voorraadkast. Om dit te realiseren moet de productenlijst aangepast worden, zodat er kopjes zijn van de verschillende opslaglocaties met de bijbehorende producten daaronder weergegeven.

Het tweede punt dat verbeterd kan worden, is dat de app geen optie heeft om een boodschappenlijstje te maken. Dit is een handige functie omdat de app verbinding nodig heeft met de module om de productenlijst weer te geven, waardoor je de producten niet kunt zien als je boodschappen aan het doen bent. Dit kan worden gerealiseerd door een optie 'boodschappenlijstje maken' toe te voegen. Hierin kunnen producten worden toegevoegd en wordt het lijstje tijdelijk offline opgeslagen, zodat het lijstje op elk moment beschikbaar is.

Het derde punt dat verbeterd kan worden, is dat de app alleen maar in het Nederlands beschikbaar is. Dit is een gemiste kans omdat de app niet in het buitenland gebruikt kan worden. Dit kan verholpen worden door in de instellingen een functie toe te voegen waarmee klanten de taal van de app kunnen veranderen.

Het laatste punt dat verbeterd kan worden, is dat de app alleen beschikbaar is op Android. Dit betekent dat alleen mensen met een Android telefoon de app kunnen gebruiken, om de gebruiksvriendelijkheid te bevorderen is het handig als de app op meerdere platforms zoals iOS beschikbaar is.

## Behuizing

Hoewel de behuizing die er op dit moment is voor de iFridge stevig en aantrekkelijk is zijn er wel een aantal punten die hem nog kunnen verbeteren.

Ten eerste de manier waarop de behuizing wordt geproduceerd. De huidige behuizing is gemaakt doormiddel van een 3Dprinter als je deze behuizingen echter zou willen massa produceren zou je dit veel beter doormiddel van spuitgieten kunnen doen zo zou het uit minder onderdelen bestaan, steviger zijn en zou de tijd die het kost voor het produceren voor een module immens hard dalen wat dus ook de mogelijkheid geeft om de modules op een lopende band te produceren.

Dan zou de constructie nog verbeterd kunnen worden op basis van custom hardware. Zo zou je voor een betere samenhang kunnen zorgen tussen hardware en behuizing, dit zou er ook voor zorgen dat je minder materiaal hoeft te gebruiken voor het produceren van de module.

Tenslotte is er nog het stuk van de behuizing waar het scherm in zit. Deze is in het prototype losgelaten om makkelijke toegang tot de elektronica te geven. Echter zou het advies zijn om dit in de daadwerkelijke productie vast te zetten zodat consumenten niet per ongelijk het voorstuk los kunnen halen

## Benodigheden/kosten

Om de iFridge door te ontwikkelen op basis van de adviezen zijn de volgende benodigheden van belang en wordt een inschatting van de kosten gemaakt.

Om de meeste adviezen voor de module uit te werken is er niet veel meer nodig dan een IDE en een verbinding met de module. Omdat de software van de iFridge is geschreven in python ben je een IDE nodig die is gespecialiseerd in het ontwikkelen van Python, ons advies is om hier PyCharm voor te gebruiken. Om te ontwikkelen met deze IDE wordt de betaalde versie aan geraden omdat je hier alle functionaliteiten van de IDE kan benutten, deze versie kost €30.13 per maand.

Wanneer we de GUI verder willen verbeteren zouden we uitkomen bij de GUI framework "QT". Met dit framework is het mede mogelijk door de bijhorende designtools om goed uitziende GUI's te maken. De prijzen van QT beginnen bij 302\$ per maand, echter zou dit bedrag hoger worden wanneer het product commercieel verkocht gaat worden.

De app beschikbaar maken op meerdere platform kan worden gerealiseerd door de app te herschrijven met behulp van React Native, hiermee kan je apps maken voor zowel iOS als Android met dezelfde codebase. Dit zorgt er dus voor dat als er onderhoud aan de app wordt gepleegd dit maar 1 keer gebeurd en niet meerdere keren. Om de app te maken React Native Framework is een editor zoals Visual Studio code nodig, dit is een gratis editor die je in staat stelt te werken met dit Framework.

## Conclusie

In dit document hebben we gedetailleerd advies gegeven over de mogelijke doorontwikkeling van ons product. Dit advies is voornamelijk gebaseerd op de voordelen van vergelijkbare systemen. We hebben geconstateerd dat er verbeterpunten zijn voor zowel de module, de app als de behuizing van de iFridge, die allemaal kunnen bijdragen aan een betere gebruikerservaring, voornamelijk omdat ze momenteel nogal eenvoudig ogen.

Voor de module zijn er verschillende aspecten die verbeterd kunnen worden. Ten eerste kan de kalenderwidget worden geoptimaliseerd, zodat gebruikers gemakkelijker hun planning kunnen beheren in relatie tot de inhoud van de koelkast. Daarnaast kan de bewerkknop worden verfijnd om gebruikers in staat te stellen productinformatie eenvoudig te bewerken. De productwidget kan ook verbeterd worden om een duidelijkere weergave van de inhoud van de koelkast te bieden. Bovendien kan het onscreen toetsenbord worden geoptimaliseerd om het invoeren van gegevens sneller en gebruiksvriendelijker te maken.

Voor de app zijn er ook verschillende mogelijkheden tot uitbreiding en verbetering. Het toevoegen van ondersteuning voor andere opslagplaatsen, zoals voorraadmasten en vriezers, kan de functionaliteit van de app vergroten en gebruikers meer flexibiliteit bieden bij het beheren van hun voedselvoorraad. Daarnaast kan de toevoeging van een boodschappenlijstje de gebruikers helpen bij het plannen en bijhouden van hun aankopen. Het implementeren van meertaligheid kan de app toegankelijker maken voor een breder publiek, terwijl beschikbaarheid op verschillende platforms, zoals iOS en Android, de gebruiksmogelijkheden van de app vergroot.

Om de verdere ontwikkeling mogelijk te maken, zijn bepaalde tools en frameworks vereist. Het gebruik van een Python Integrated Development Environment (IDE) zoals PyCharm en het QT-framework kan bijdragen aan verbeteringen in de grafische gebruikersinterface van de module. Voor de app-ontwikkeling kan het gebruik van React Native en een editor zoals Visual Studio Code de efficiëntie en het gebruiksgemak vergroten.

Kortom, door de GUI van het product door te ontwikkelen kunnen de meeste adviezen worden geïmplementeerd en de gebruikerservaring naar een hoger niveau tillen.

## Literatuurlijst

Albert Heijn. (2023, 15 mei). AI-technologie in aardbeiketen Albert Heijn zorgt voor minder voedselverspilling. Geraadpleegd op 12 juni 2023, van <https://nieuws.ah.nl/ai-technologie-in-aardbeiketen-albert-heijn-zorgt-voor-minder-voedselverspilling/>

Consultancy.nl. (2021, 2 februari). Hoe digitalisering kan bijdragen aan minder voedselverspilling. Geraadpleegd op 12 juni 2023, van <https://www.consultancy.nl/nieuws/32928/hoe-digitalisering-kan-bijdragen-aan-minder-voedselverspilling>

EmptyMyFridge. (z.d.). EmptyMyFridge App. Geraadpleegd op 9 juni 2023, van <https://www.emptymyfridge.com>

Expiry Date Tracker. (z.d.). Expiry Date Tracker app. Google Play Store. Geraadpleegd op 9 juni 2023, van <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shoyuland.freshthings>

Samsung. (z.d.). Samsung Family Hub. Samsung.com. Geraadpleegd op 9 juni 2023, van <https://www.samsung.com/nl/family-hub/foodmanagement/>

Van Dooren, C. & Voedingscentrum. (2019, oktober). Voedselverspilling bij huishoudens in Nederland in 2019. voedingscentrum.nl. Geraadpleegd op 7 juni 2023, van <https://www.voedingscentrum.nl/Assets/Uploads/voedingscentrum/Documents/Professionals/Pers/Persmappen/Verspilling%202019/Factsheet%20-%20Syntheserapport%20Voedselverspilling%20in%20Nederlandse%20huishoudens%202019.pdf>