



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Cross-platform Flutter ontwikkeling tegenover native Android ontwikkeling: een vergelijkende studie

Sébastien De Pauw

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

Promotor:  
Ozgür Akin  
Co-promotor:  
Navaron Bracke

Instelling: Next Apps BV

Academiejaar: 2020-2021

Tweede examenperiode



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Cross-platform Flutter ontwikkeling tegenover native Android ontwikkeling: een vergelijkende studie

Sébastien De Pauw

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

Promotor:  
Ozgür Akin  
Co-promotor:  
Navaron Bracke

Instelling: Next Apps BV

Academiejaar: 2020-2021

Tweede examenperiode



# Woord vooraf

Deze bachelorproef werd voltooid in kader van de opleiding Toegepaste Informatica met specialisatie mobiele applicaties. Mijn nieuwsgierigheid naar cross-platform development samen met mijn passie voor Android leidde tot de keuze voor dit onderwerp. Ik geloof dat cross-platform development de toekomst is. De kostbesparende optie waar elke klant naar zoekt. Dit onderzoek moest laten uit blijken of Flutter al ver genoeg ontwikkeld is om te gebruiken in professionele omgeving. Dit onderzoek heeft mij veel bijgeleerd over de werking van beide platformen alsook verschillende programmeerconcepten. Dit bracht mij een stap dichterbij de volwaardige programmeur die ik na deze opleiding wens te worden.

Graag zou ik van dit voorwoord ook nog gebruik willen maken om een aantal mensen te bedanken. Eerst en vooral zou ik Navaron Bracke willen bedanken. Zijn kennis, hulp en feedback werden enorm geapprecieerd en hielpen mij een andere kijk werpen op het onderzoek. Vervolgens zou ik mevrouw Akin willen bedanken voor de tijd en moeite die zij stak in het lezen en verbeteren van deze bachelorproef. Ook wil ik Next Apps bedanken voor het voorleggen van het onderwerp. De kennis die zij mij bijbrachten over Android was van grote hulp tijdens dit onderzoek. Daarnaast wil ik Kilian Hoefman persoonlijk bedanken voor de hulp bij dit onderzoek maar ook voor de steun doorheen de jaren. Tot slot wil ik mijn vrienden en familie bedanken voor alle hulp en steun doorheen deze opleiding. Deze mensen hielpen de Bachelorproef vormen tot wat het is.



## Samenvatting

Flutter is een framework voor het bouwen van applicaties voor mobiele, web- en desktop-platformen vanuit een enkele codebase. Sinds Google het framework vier jaar geleden officieel op de markt bracht, wint het enorm veel populariteit onder applicatie ontwikkelaars. Mensen hebben vertrouwen in het platform waardoor zowel Dart als Flutter in een stroomversnelling zijn geraakt. De snelle vooruitgang van Flutter maakt bestaande onderzoeken dan ook direct verouderd. Toch blijft de vraag gesteld worden of Flutter klaar is om in professionele context gebruikt te worden. Daarom werd in dit onderzoek gekeken hoe Flutter zich verhoudt tot native applicaties, die momenteel als superieur worden beschouwd in mobiel gedrag en prestaties. Om de resultaten van het experiment te versterken en een achtergrond te geven bij het onderwerp is een literatuurstudie uitgevoerd. Voor dit onderzoek zijn twee paar applicaties ontwikkeld die onderling vergeleken werden. Deze scriptie onderzoekt een aantal criteria om een antwoord te kunnen vormen op de onderzoeksvraag. Zo werden drie performantie criteria onderzocht: grootte van het uitvoeringsbestand, opstartsnelheid en CPU gebruik van de applicatie. Daarnaast werd ook nog onderzoek verricht naar mogelijkheden tot asynchroon werk, opties voor netwerk verzoeken, best-practices rond app veiligheid, code complexiteit van elk platform en gebruik van command line tools. Bevindingen die hieruit voortkwamen leidde tot een conclusie over Flutter. Ontwikkeling van kleine apps in het krachtige maar toegankelijke framework heeft meer voordelen als nadelen. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de grootte van het uitvoeringsbestand, dit is echter een kleine afweging tegen de tijd en kost besparing van Flutter ontwikkeling. Android daarentegen deed op veel vlakken onder aan Flutter. Na dit onderzoek waren niet alle vragen beantwoord. Zo werd de vergelijking tussen Flutter en native iOS niet onderzocht. Ook kan het interessant zijn om de performantie metrics te blijven onderzoeken bij elke update. Als laatste kan de schaalbaarheid van Flutter apps een interessant onderzoeksdomein vormen voor de bedrijfswereld.





# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>17</b>
1.1	Probleemstelling	19
1.2	Onderzoeksvraag	19
1.2.1	Hoofdonderzoeksvraag	19
1.2.2	Deelonderzoeksvragen	19
1.3	Onderzoeksdoelstelling	20
1.4	Opzet van deze bachelorproef	21
<b>2</b>	<b>Stand van zaken</b>	<b>23</b>
2.1	Voorgaande onderzoeken	24
2.2	Waarom deze studie?	28

<b>3</b>	<b>Methodologie</b>	<b>29</b>
3.1	Opzet Experiment	29
3.2	Onderzoekscriteria	30
3.3	Gebruikte hardware	31
<b>4</b>	<b>Performantie</b>	<b>33</b>
4.1	De grootte van de uitvoeringsbestanden	34
4.1.1	Opzet	34
4.1.2	Resultaten	35
4.2	De opstartsnelheid van de applicatie	36
4.2.1	Opzet	38
4.2.2	Resultaten	38
4.3	Discussie	39
4.4	Het CPU gebruik van de applicatie	39
4.4.1	Opzet	39
4.4.2	Resultaten	40
4.4.3	Discussie	40
4.5	Conclusie	41
<b>5</b>	<b>Asynchroon Werken</b>	<b>43</b>
5.1	Opzet	44
5.1.1	Android	44
5.1.2	Flutter	44
5.2	Android	44
5.2.1	Callbacks	44

5.2.2	AsyncTask .....	45
5.2.3	Runnables, Threads, Handlers en AsyncTask .....	46
5.2.4	Kotlin coroutines .....	47
5.2.5	Reactive programming (RxJava) .....	48
<b>5.3</b>	<b>Flutter</b>	<b>49</b>
5.3.1	Future .....	49
5.3.2	Future met callback .....	50
5.3.3	async en await .....	50
5.3.4	StatefullWidget .....	51
5.3.5	FutureBuilder .....	52
5.3.6	StreamBuilder .....	52
<b>5.4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Netwerkverzoeken .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1</b>	<b>Opzet</b>	<b>55</b>
<b>6.2</b>	<b>Android</b>	<b>55</b>
6.2.1	Googles HTTP clients .....	56
6.2.2	OKHttp .....	56
6.2.3	Volley .....	57
6.2.4	Retrofit .....	57
6.2.5	Picasso .....	58
6.2.6	Glide .....	59
<b>6.3</b>	<b>Flutter</b>	<b>59</b>
6.3.1	http .....	59
6.3.2	dio .....	59

6.3.3	cached_network_image .....	60
6.4	Conclusie	60
7	App veiligheid .....	61
7.1	Best-practices	62
7.2	Conclusie	64
8	Toegankelijkheid van de frameworks .....	65
8.1	Opzet	65
8.2	Resultaten	68
8.3	Conclusie	68
9	Tooling .....	71
9.1	Opzet	72
9.2	Android	72
9.3	Flutter	73
9.4	Conclusie	75
10	Appendix .....	77
10.1	Hello world template	77
10.2	ABI	77
10.3	Opstart procedures van een applicatie	77
10.4	Threads	79
10.5	Asynchroon vs concurrency vs parallellisme vs threads	79
11	Conclusie .....	81

<b>A</b>	<b>Onderzoeksvoorstel</b>	<b>83</b>
A.1	Introductie	83
A.2	State-of-the-art	84
A.3	Methodologie	84
A.4	Verwachte Resultaten	85
A.5	Verwachte conclusies	86
	<b>Bibliografie</b>	<b>87</b>



## Lijst van figuren

- 8.1 Android Activity code snippet voor het maken van een notificatielijst  
66
- 8.2 Flutter code snippet voor het maken van een notificatielijst . . . . . 67





## Lijst van tabellen

4.1	Gebruikte maatstaf voor de grootte van de uitvoeringsbestanden	35
4.2	Grootte van de uitvoeringsbestanden van de Hello world app in Android (De Pauw, 2021)	36
4.3	Grootte van de uitvoeringsbestanden van de Hello world app in Flutter (De Pauw, 2021)	37
4.4	Grootte van de uitvoeringsbestanden in Flutter over tijd	37
4.5	Opstartsnelheden van de Android en Flutter Hello world apps. (De Pauw, 2021)	39
4.6	CPU gebruik van de Android en Flutter Onderzoeksapplicaties. (De Pauw, 2021)	40
8.1	Ontwikkelingstijd voor elke applicatie	68
10.1	Ondersteunde Android ABI's	78



# 1. Inleiding

De impact van mobiele applicaties (apps) op ons alledaags leven is niet te onderschatten. Ze zijn de dag van vandaag niet meer weg te denken. Dit komt door de grote toename in de verkoop van smartphones. Ongeveer 40% van de wereldbevolking beschikt over een smartphone en in 2020 gingen 1.38 miljard nieuwe toestellen de deuren uit. De toename in verkochte smartphones leidt tot een grotere markt voor apps. Dit hebben software-bedrijven niet over het hoofd gezien. Het aantal applicaties aanwezig op de iOS App Store en de Google Play Store, is in de voorbije tien jaar respectievelijk vertwintig- en verdertigvoudigd. Elke smartphone maakt gebruik van een besturingssysteem, dit is de software die de hardware aanstuurt. Tegenwoordig is er een oligopolie van twee spelers op de markt van smartphone besturingssystemen (vanaf nu OS voor Operating System). De eerste speler, Apple ontwikkelde hun eigen OS genaamd iOS terwijl de meeste andere merken zoals Samsung en OnePlus gebruik maken van het Android OS. Elk OS heeft een verschillende manier van applicatieontwikkeling. In de meeste gevallen zullen app eigenaars met hun applicatie een zo breed mogelijk publiek willen bereiken. Hierdoor zullen ze apps moeten ontwikkelen voor zowel iOS en Android.

**Wat is Native Development?**

Als het ontwikkelingsteam kiest om een applicatie *native* te gaan ontwikkelen dan wil dit zeggen dat een aparte *codebase* (een verzameling broncode die gebruikt wordt om een bepaald softwaresysteem, applicatie of softwarecomponent te bouwen) moet ontwikkeld worden voor elk mobiel besturingssysteem waar de app moet op kunnen draaien. Verschillende codebases wil zeggen meer ontwikkelings- en onderhoudswerk maar geeft anderzijds wel een optie tot een native- design en gedrag per codebase.

**Wat is Cross-platform Development?**

Een andere aanpak is het ontwikkelen van een cross-platform app. Dit is het schrijven van één codebase die kan gecompileerd worden naar verschillende besturingssystemen. Het is een optie die de laatste jaren meer en meer gekozen wordt. De voor- en nadelen die hiervoor zijn aangehaald, draaien zich om. Een enkele codebase is goedkoper om te bouwen en te onderhouden maar dit moet dan ook afgewogen worden tegen het laten van native- designs en gedrag. Er zijn verschillende ontwikkeltools gemaakt voor het maken van cross-platform apps. Een paar van de grootste zijn React Native, Xamarin, Flutter en Ionic.

**Wat is Flutter**

Flutter is een Google UI toolkit voor het bouwen van mooie, bijna natively gecompileerde apps voor mobiel, web, en desktop en dit alles van één enkele codebase. Flutter kondigde op 3 maart 2021 hun nieuwe update aan die hen weer een stap in de goede richting duwde. Dit is onder andere te danken aan de grote steun en de snelle tractie van het platform in de voorbije jaren. Flutter is opensource wat wil zeggen dat ze hun broncode openstellen voor het publiek, waardoor iedereen het kan bekijken. Zo kunnen verbeteringen worden gedaan door eindgebruikers die het beste voor hebben met het platform. Als Flutter deze verbeteringen goedkeurt worden deze opgenomen in de broncode en beschikbaar gesteld voor iedereen.

**Waarom Flutter versus native Android?**

Flutter en Android zijn beiden ontwikkeld door Google. Alhoewel Flutter relatief jong is, kan dit niet gezegd worden van native Android. Het platform kende al veel updates en staat al lang niet meer in zijn jonge schoentjes. Vandaar dat het toetsen van deze twee een interessante kijk kan geven op het jonge flutter platform. De Flutter applicatie zal geschreven worden voor- en alleen gecompileerd worden naar Android. De sterkte van Cross-platform development is natuurlijk één codebase voor verschillende besturingssystemen, maar voor dit onderzoek is alleen Android van belang. Het onderzoek zal rekening houden met het geschreven aantal lijnen code per uitgewerkt hoofdstuk. Als het onderzoek rekening moet houden met iOS brengt dat het evenwicht uit balans.

**Waarom Kotlin Android en geen Java Android?**

Deze keuze is voor velen persoonlijk alhoewel hier ook onderzoek naar verricht is. In deze studie wordt Kotlin gebruikt omdat de syntax van de taal zal helpen bij het intomen van het aantal lijnen code. Hoe minder lijnen code, hoe eenvoudiger en overzichtelijker de app. Het is voor velen dan ook de voorkeurstaal om Android applicaties in te ontwikkelen. Dit onderzoek zal geen stap voor stap uitleg inhouden van hoe de code in elkaar zit. Het doel is een vergelijking schetsen tussen Flutter en Android. De code die wordt geschreven

zal dus alleen worden aangehaald indien dit relevant is voor de studie.

## 1.1 Probleemstelling

Het te onderzoeken domein kwam vanuit Next Apps. Een native app ontwikkelingsbedrijf uit Lokeren dat zich specialiseert in Android en iOS watch, phone en tablet apps. Zij merken dat niet alle klanten op de hoogte zijn van het hoge kostenplaatje van een native ontwikkelde app. Om in de toekomst een middenweg te vinden en de kost van een kleine app te dempen, denken zij erover om sommige apps cross-platform te gaan ontwikkelen. Bij het onderzoeken van de cross-platform markt kwamen ze Flutter tegen, het nieuwe platform met veel potentieel. Daarom werd de vraag gesteld om de stand van het Flutter platform te onderzoeken. Met deze scriptie hopen ze een duidelijk beeld te krijgen op de limieten en mogelijkheden van het framework.

## 1.2 Onderzoeksvraag

### 1.2.1 Hoofdonderzoeksvraag

**Wat zijn de voor- en nadelen van app ontwikkeling in Flutter in vergelijking met native Android?**

Het onderzoek is gericht op het vinden van een antwoord op de hoofdvraag. Het antwoord op deze vraag schetst een duidelijk beeld van de huidige stand van Flutter in vergelijking met Android. Hierbij wordt gelet op de ontwikkelingstijd van de features, de complexiteit en toegankelijkheid van de code, het aantal lijnen geschreven lijnen code. Hypothese: de voorkeur van ontwikkelingsplatform zal hoogstwaarschijnlijk afhangen van het soort app dat ontwikkeld moet worden. Een grotere app met veel features zal eerder native ontwikkeld worden, terwijl kleinere apps die weinig native gedrag bevatten waarschijnlijk cross-platform ontwikkeld zullen worden. De voor- en nadelen van beide platformen zullen talkrijk zijn, echter zullen de voordelen van Flutter groter zijn dan die van Android.

### 1.2.2 Deelonderzoeksvragen

**Is Flutter al matuur genoeg om te aanschouwen als volwaardig alternatief op native app ontwikkeling?**

Deze vraag biedt een antwoord aan alle native app ontwikkelaars die denken om de overstap te maken naar cross-platform development. Het is belangrijk om een overzicht te krijgen in de limieten van een platform alvorens tijd en geld te investeren. Hypothese: Flutter zal geen duidelijke standaard hebben. Best practices, goed ondersteunde libraries en coding principles zijn nog niet gedefinieerd door het platform waardoor het voor beginners onduidelijk zal lijken wat de beste manier van aanpak zal zijn. Ondanks de snelle groei en de grote steun van het platform wordt wel verwacht dat hier snel verandering in gebracht wordt.

**Is Flutter toegankelijk voor nieuwe ontwikkelaars?**

Het proces van het ontwikkelen van de Flutter applicatie zal antwoord bieden op deze vraag. Voor velen is het moeilijk om te schakelen naar een nieuw platform met een nieuwe taal. Om deze overgang transparant te maken, wordt een beeld geschetst van de moeilijkheidsgraad van Flutter en Dart. Hierdoor kan de lezer zelf beslissen of hij deze keuze wil maken. Hypothese: voor ontwikkelaars met een Java of C++ achtergrond zou de Dart taal geen probleem mogen vormen. Ze hebben een gelijkaardige syntax. De verwachtingen van het Flutter platform liggen hoog. De snelle groei van de gebruikersbasis doet vermoeden dat het een toegankelijk platform is.

### 1.3 Onderzoeksdoelstelling

Zoals hiervoor vermeld zal in deze scriptie onderzoek worden gedaan naar de voor- en nadelen van het Flutter framework. Om dit op een duidelijke manier te doen, zal het framework getoetst worden aan native Android. Door het jonge platform af te wegen tegen het ontwikkelde native tegengestelde, wordt gehoopt op een duidelijk beeld van Flutter. Het zal interessant zijn om te weten of het platform te kort doet aan native Android. Het is interessant om weten of de gevestigde waarde Android zijn troeven kan uitspelen tegenover de nieuwkomers. Het onderzoek wordt gevoerd aan de hand van een vergelijkende studie.

Voor het onderzoek werden twee paar identieke applicaties ontwikkeld. Al deze applicaties werden ontwikkeld in Android Studio. Beide paren bevatten één applicatie geschreven in de Kotlin taal voor native Android en één in Dart taal voor Flutter. Door het ontwikkelproces van de Flutter apps af te toetsen tegen dat van de native Android apps zal een beeld worden geschetst van de stand van het Flutter framework. Met dit beeld zal dan een antwoord gevormd worden op de onderzoeksvraag.

Dit onderzoek gaat gepaard met een deadline, deze tijdsdruk zorgt ervoor dat een aantal criteria moeten gesteld worden alvorens te starten. Deze criteria zorgen voor een kwaliteitsvol eindresultaat in een haalbaar tijdsbestek. Het eerste aantal criteria gaat over de performantie van de twee apps. Dit criterium wordt verder onderverdeeld in drie verschillende criteria. Allereerst wordt gekeken naar de opstartsnelheid van de apps. Vervolgens wordt de grootte van de uitvoeringsbestanden bekeken. Als laatste wordt gekeken naar het CPU gebruik van beide apps. De volgende worden hieronder kort aangehaald.

Het beoogde resultaat van de studie biedt een antwoord op alle onderzoeksvragen. Indien dit lukt, kan de studie als succesvol worden beschouwd, anders zal een suggestie worden gedaan voor toekomstig bijkomend onderzoek.

## 1.4 Opzet van deze bachelorproef

Deze scriptie kan opgedeeld worden in verschillende hoofdstukken, elk hoofdstuk kan bestaan uit verschillende secties of ondertitels. Deze sectie beschrijft de inhoud van elk van deze hoofdstukken.

Hoofdstuk 1: Inleiding: schetst een kort beeld van de inhoud van deze studie. Biedt een antwoord op sommige vragen rond deze paper.

Hoofdstuk 2 Stand van zaken: bevat een literatuurstudie. Een samenvatting van relevante onderzoeken die reeds voorafgingen aan dit onderzoek.

Hoofdstuk 3 Methodologie: omschrijft hoe het onderzoek in zijn werk zal gaan. De opzet van het onderzoek en het onderzoek zelf zullen duidelijk toegelicht worden.

Hoofdstuk 4 Performantie: schetst een vergelijking tussen de platformen op basis van performantie criteria. Dit hoofdstuk is verder onderverdeeld in sub-criteria.

Hoofdstuk 5 Asynchroon werken: vergelijkt de meest gebruikte manieren van asynchroon werken in beide platformen.

Hoofdstuk 6 Gebruik van online APIs: bekijkt de werking van http verzoeken voor beide platformen.

Hoofdstuk 7 App veiligheid: omvat een lijst van best-practices met daarbij kort uitgelegd hoe ze geïmplementeerd dienen te worden in beide platformen.

Hoofdstuk ?? Code complexiteit: kijkt naar de code complexiteit van beide platformen aan de hand van de geschreven applicaties.

Hoofdstuk 9 Tooling: omvat een lijst van meest gebruikte command line tools voor elk platform en vergelijkt de tooling opties.

Hoofdstuk 10 Appendix: zal verdere uitleg bieden rond bepaalde onderwerpen voor de geïnteresseerde lezer.

Hoofdstuk 11 Conclusie: dit is de algemene conclusie op deze scriptie. In deze conclusie zal een antwoordt gegeven worden op de reeds aangehaalde onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook aangezet tot toekomstig onderzoek binnen dit vakgebied.





## 2. Stand van zaken

Dit hoofdstuk is equivalent aan een literatuurstudie. De eerste stap in dit onderzoek was het zoeken naar voorgaande studies over Flutter en Android. Elke studie die voldeed aan de eisen en als interessant werd beschouwd, werd opgeslagen en gebundeld. Hiervan werd de inhoud diagonaal gelezen om zo alleen de meest relevante onderzoeken over te houden.

Vervolgens werd een opsomming gemaakt en een kort beeld geschetst van een aantal van deze studies en hun bijdrage in het vakgebied. In de volgende sectie zullen dus alleen de meest relevante studies, die dicht aansluiten bij dit onderzoek, worden aangehaald. De ondervindingen uit deze studies werden gebruikt als voorbereiding op het onderzoek en kunnen in volgende hoofdstukken gebruikt worden als steunpunten. Door de ondervindingen van verschillende studies te bundelen, kon gezocht worden naar een rode draad.

De te onderzoeken criteria van deze studie werden vastgelegd op basis van de reeds voorgaande onderzoeken. Het is de bedoeling dat deze studie bijdraagt aan het vakgebied. Hierdoor wordt weerhouden van reeds onderzochte criteria opnieuw te gaan onderzoeken. Toch zal blijken dat sommige onderzochte criteria opnieuw worden bekeken. Deze herhaling komt voort uit de Flutter 2.0 release, deze zorgde voor veranderingen in de prestatiemogelijkheden van het framework.

## 2.1 Voorgaande onderzoeken

Navaron Bracke onderzocht de verschillen en gelijkenissen tussen Android en Flutter in een vergelijkende studie. (Bracke, 2020). De scriptie vormde een beeld over de toenmalige stand van het Flutter framework door het te toetsen tegen het ontwikkelde Android. Het onderzoek was afgebakend door een vooraf vastgelegd aantal criteria. Zo kon de onderzoeker zekerheid bieden over de grondigheid van de studie. De onderzochte criteria waren: Internationalisering, navigatie, persisteren van gegevens, user Interfaces, asynchroon werk, permissies, software testing, opstarttijd van de applicatie, grootte van de applicatie. De opzet en het doel van het onderzoek liep in grootte mate gelijk met het onderzoek gevoerd voor deze scriptie. Daarom was het onderzoek van Bracke uitermate interessant, bevindingen werden bijgehouden, genoteerd en getoetst tegen de bevindingen van dit onderzoek. De hoofdstukken die performantie onderzochten werden gebruikt om een beeld te schetsen van de Flutter evolutie over tijd. De andere twee hoofdstukken (User Interfaces en Asynchroon werk) werden opnieuw onderzocht met conclusies van Bracke in het achterhoofd. Hiervoor werd, in de mate van het mogelijke, zoveel mogelijk gefocust op de onderwerpen die Bracke niet aanhaalde. De onderzoeker constateerde dat, ondanks de jonge aard van het Flutter platform, het een goed alternatief biedt op elk onderzocht criterium. Bij elk van deze criteria werd een platform van voorkeur gekozen. Hieruit bleek Flutter op 4 van de 7 criteria naar voor te komen. Al werd wel meegedeeld dat niet alle features in Flutter even gebruiksvriendelijk zijn maar door de jonge aard werd verwacht dat dit in de toekomst zou verbeteren.

Daniel Dang en David Skelton, twee professors aan de Insitutue of Technology, schreven een wetenschappelijk artikel over mobile app development in het onderwijs (Dang & Skelton, 2019). Het doel van het onderzoek was het bepalen van het ideale framework voor het aanleren van mobiele applicatieontwikkeling in het onderwijs. Het onderzoek werd gevoerd aan de hand van verschillende native- en cross-platform frameworks. Zo werden native Android, native iOS, Flutter, React Native, Ionic, Xamarin, Cordova en Appcelerator vergeleken. Onderzochte criteria bij dit onderzoek waren: Design App User Interface, User Event Handling, Services & Multiple threads used in Internet connection, Graphics and Animation, Device hardware and sensor, Wireless connectivity, Internal data storage, Real time database. Dit artikel werd gebruikt als basis voor het sommige delen van het onderzoek gevoerd in deze scriptie. Zo werden de hoofdstukken User Event Handling en Services & Multiple threads used in Internet connection grondig gelezen en ontleed voor dit onderzoek. In conclusie bleken Flutter en Native Android de twee beste platformen te zijn voor gebruik tijdens praktijklessen. Ook beval het onderzoek acht ideale onderwerpen aan die in de sessies moeten worden behandeld om studenten voldoende technische vaardigheden bij te brengen om alle soorten mobiele apps te ontwikkelen. Belangrijk hierbij te vermelden is dat de studie gebruik maakte van een oude Flutter release.

Austen Latture onderzocht de ontwikkelcyclus van een app in Flutter (Latture, 2020). De focus van het onderzoek lag hem op de leercurve van het platform. Hier waren geen vooropgestelde criteria aanwezig, deze studie omschreef de uitwerking van de Backdrop app. In conclusie bleek Flutter een toegankelijk platform te zijn voor nieuwe ontwikkelaars met een allesbehalve steile leercurve. Een ander groot voordeel aangeboden door

het platform is de talrijke ingebouwde functionaliteit. De Dart taal die wordt geschreven voor het maken van Flutter apps is volgens het onderzoek gemakkelijk aan te leren voor mensen met een achtergrond in de C taal. Aan de andere kant bleek het kiezen van third-party libraries een hinder blok te vormen tijdens de ontwikkelfase. De jonge aard van het platform ging gepaard met jonge libraries. Zoals bleek uit andere studies concludeerde dit onderzoek dat Flutter hier een rode draad in mist. De grootte hoeveelheid aangeboden libraries maakt het moeilijk om te weten welke goed ondersteund worden en dan ook vaak gekozen worden. Dit is vooral een struikelblok voor nieuwe developers, onbekend met het platform. Vervolgens werd Flutter ook in het kort vergeleken met React Native. Hieruit kon geconcludeerd worden dat Flutter veel gemakkelijker te installeren is. Dit komt, volgens het onderzoek, voort uit de ingebouwde functionaliteit van Flutter terwijl React meer werkt met verspreide derde partij software die meestal bestaat uit te veel boilerplate code. Het onderzoek van Latture hielp dit onderzoek met antwoorden op één van de deelonderzoeksvragen 'Is Flutter toegankelijk voor nieuwe ontwikkelaars?'. Ondanks de subjectiviteit van de paper, werd wel rekening gehouden met de bevindingen van het onderzoek. Echter kon niet naast de onwetenschappelijke aard van het onderzoek gekeken worden, hierdoor wordt verder niet gerefereerd naar deze bevindingen.

Carlos Chavez, een student en Yoonsik Cheon, een professor aan de Universiteit van Texas El Paso onderzochten het herschrijven van Native Android apps naar Flutter apps (Cheon & Chavez, 2020). Het onderzoek bekeek een native Android app ontwikkeld in de Java taal en probeerde deze zo goed mogelijk om te zetten naar een Flutter app die terug kon gecompileerd worden als een Android app maar ook als iOS app. Het onderzoek werd gevoerd aan de hand van het Flutter ontwikkelproces. De technische-, praktische problemen en uitdagingen die de kop opstaken werden vervolgens besproken. Het onderzoek deed een paar duidelijke verschillen uit blijken tussen Android en Flutter wanneer gekeken werd naar de taal, programmeerstijl en design. Het grootste werk was het herschrijven van de views terwijl het herschrijven van de achterliggende logica eerder snel gebeurde was. Het onderzoek focuste zich onder andere op het aantal lijnen code geschreven voor beide applicaties. De Flutter code bleek hierbij maar 2/3 van het totaal aantal Android code te zijn. Maar volgens de onderzoekers was dit niet genoeg om apps in Flutter te beginnen ontwikkelen. De leeftijd van het platform bracht nog te veel onzekerheid met zich mee. Ook ontbrak dit onderzoek aan een soort standaard werkwijze of verzameling van richtlijnen. Dit sloeg dan vooral op libraries en APIs binnen het platform. De gebruikersbasis en de beschikbare tools moesten hierbij ook zeker in rekening worden gebracht. Het grote aantal third party libraries, door de grootte aanhang, zorgde voor onzekerheid bij het zoeken naar een goed ondersteunde library. Bij andere grootte platformen wordt dit verholpen doordat na bepaalde duur de beste APIs en libraries naar boven komen en een soort van community standard wordt gezet. Dit onderzoek was uitermate interessant en legde gronde voor een groot deel van dit onderzoek. Ook al zijn geen raakvlakken aanwezig tussen de twee onderzoeken, veel kennis vergaard uit deze paper werd gebruikt als bouwsteen van dit onderzoek.

Mathilda Olsson onderzocht hoe Flutter applicaties vergelijken met native applicaties (Olsson, 2020). Opnieuw een onderzoek dat dicht aansluit bij het onderzoek gevoerd voor deze scriptie. Voor haar onderzoek ontwikkelde Olsson twee native applicaties, één in Kotlin Android en één in Swift iOS. Deze applicaties werden vervolgens beoordeelt op

vlak van CPU performantie. Uit onderzoek bleek dat Flutter en Android apps gelijkaardige resultaten halen op vlak van CPU performantie. Vervolgens werd gekeken naar het aantal lijnen code en de complexiteit van de twee code bases. Hieruit bleek dat Flutter aanzienlijk minder lijnen code nodig had maar ook minder complexe code bevatte. De Flutter app bestond uit 125 lijnen code terwijl de twee native apps samen 580 lijnen code bevatte. Dit verschil is substantieel en duidt erop dat Flutter beter blijkt voor kleine tot middelgrote applicaties. De bevindingen over CPU performantie werden gebruikt in dit onderzoek voor het schetsen van een beeld van CPU performantie over tijd. Daarbuiten bleek Flutter opnieuw een betere optie over Android, wat leidde tot het vormen van een hypothese op de onderzoeksvraag. Het onderzoek van Olsson bevatte een bevraging die zich focuste op de verschillen in gebruikersperceptie. Een aantal gebruikers moesten de app eerst testen waarna ze een vragenlijst konden beantwoorden waaruit verschillen in look en feel moesten duidelijk worden. Uit de vragenlijst bleek native ontwikkeling, op vlak van UI, de voorkeur te hebben van het grootste deel gebruikers. De verschillen waren vooral te zien bij animaties, fonts, gedrag, lijsten en menus. Animaties konden wel gelijkgesteld worden maar dat is extra werk zijn voor de ontwikkelaar. In conclusie, zoals in de andere onderzoeken, werd nogmaals geduid op de leeftijd van het platform. Alle criteria waar Flutter minder op scoorde konden nog volop in ontwikkeling zitten voor een volgende release. Flutter had volgens het onderzoek veel potentieel indien de steun van de gebruikersbasis groot bleef.

Jakhongir Fayzullaev onderzocht drie verschillende cross-platform development frameworks, Kotlin Native, Multi-OS en Flutter in een vergelijkende studie (Fayzullaev, 2018). De frameworks en dus de studie is vooral interessant voor Android ontwikkelaars aangezien de onderzochte frameworks dicht aansluiten bij de Java en Android ontwikkeling methoden. In 2018, toen het onderzoek werd uitgevoerd, waren de Flutter en Multi-OS nieuwe spelers op de cross-platform markt. Het onderzoek kon zich niet baseren op voorgaande studies en ontbrak aan duidelijke richtlijnen van de frameworks. Hierdoor was het onderzoek oppervlakkig, het vergeleek de grote lijnen van de platformen zonder de details te bekijken. Het Flutter deel van het onderzoek bekeek in grote lijnen: Widgets, het maken van layouts en de bouwstenen van Flutter. Fayzullaev concludeerde dat op vlak van performantie de drie platformen zo goed als identiek waren. Onderzoek deed blijken dat Flutter een goed platform was in 2018 maar de jonge aard zorgde voor weinig bruikbare libraries en tools. Ook had Flutter weinig built-in functionaliteit met als gevolg meer werk voor de programmeurs die meer code moesten schrijven ten opzichte van de andere meer ontwikkelde platformen. Fayzullaev omschrijft deze manier van coderen als het opnieuw uitvinden van het wiel. Ondanks het ontbreken van detail in dit onderzoek werd het wel gebruikt om kennis op te doen over de bouwstenen van Flutter.

Sebastian Faust schreef een Bachelorproef over het maken van grootschalige Flutter applicaties (Faust, 2020). Het doel van dit onderzoek is andere applicatieontwikkelaars helpen wanneer zij voor dezelfde problemen komen te staan tijdens het schrijven van grote Flutter apps. Veel van de andere onderzoeken concludeerden dat Flutter beter is voor kleinschalige applicaties. Daarom was dit onderzoek interessant om op te nemen in deze literatuurstudie. Het vormde een benchmark onderzoek voor de schaalbaarheid van Flutter applicaties. Voor dit onderzoek schreef Faust een app met veel complexe features, tijdens dit proces documenteerde hij alle design keuzes en de problemen/obstakels die

hieruit voortkwamen. Na het evalueren van elk obstakel kon hij altijd tot een optimale oplossing komen. Na de studie werden ondervindingen gebundeld en een set van richtlijnen opgesteld voor het ontwikkelen van grote Flutter applicaties. Richtlijnen en best practices waar developers zich best aan houden tijdens het ontwikkelingsproces. Deze werden gebundeld in een gids die later werd gepubliceerd en goed ontvangen werd door de Flutter community. Voor verdere ondersteuning van het onderzoek werd nog een interview afgenomen met een Flutter expert. De conclusie van de paper toonde de goede schaalbaarheid van Flutter apps aan maar dit onderzoek werd vooral gebruikt voor het oplossen van hinderblokken die Faust gedetailleerd onderzocht

Als laatste is het interessant om kort de nieuwe Flutter update aan te halen (Flutter, 2021). De impact hiervan op dit onderzoek en de verschillen met vorige studies te duiden. Op woensdag 3 maart 2021 werd Flutter Engage georganiseerd, een live event gebracht door het Flutter team. Niet alleen het Flutter platform kreeg een upgrade maar ook de taal Dart werd verbeterd voor een vlottere en vertrouwelijke programmeer ervaring. De grootste Flutter upgrade was de overgang van een mobiel framework naar een portable framework. Oorspronkelijk werd Flutter alleen gecompileerd voor iOS en Android besturingssystemen maar door de upgrade zijn daar: Windows, macOS, Linux en Web bijgekomen. Echter valt dit buiten de scope van dit onderzoek. De grootste Dart upgrades worden hieronder opgelijst:

- Sound null safety is toegevoegd, zonder oude code te breken. Dart zal zeggen waar mogelijks gevaren zitten op null excepties.
- Smarter flow analysis
- Late variables
- Required named parameters
- DevTools upgrade

Ook werden in de keynote verschillende grote bedrijven zoals Ubuntu, Microsoft, Toyota genoemd die in de toekomst nauw gaan samenwerken met Flutter. Deze samenwerkingen tonen de kracht, potentieel en groei van het platform. Ook werd in de Keynote het aantal open issues op Github aangehaald. Doordat het een opensource framework is kan iedereen die de broncode wil zien, deze gaan opzoeken op GitHub. Moest een fout stuk code, een simpeler te schrijven stuk code of zelfs als een goede bijdrage aan het platform gevonden worden kan hier een issue van gemaakt worden. Als Flutter deze verbetering heeft nagekeken en goedgekeurd wordt deze toegevoegd aan de broncode. Op deze manier sparen zichzelf werk uit en groeit het platform snel en volgens de wensen van de gebruikers. Het grootte aantal issues die momenteel open staan zien zij dan ook als een teken van groei. De vele gebruikers die Flutter willen beter maken is een teken dat er veel vertrouwen is in het platform. Door de updates en aanpassingen zullen veel APIs verouderd zijn. Flutter heeft dit echter goed geanticipeerd door het flutter fix commando toe te voegen. Deze zal de bestaande code doorlopen en tonen welke APIs verouderd zijn en in wat ze best vervangen worden.

## 2.2 Waarom deze studie?

Cross-platform development heeft een snelgroeiende gebruikersbasis. De vele updates en verbeteringen aan de platformen maakt cross-platform development dan ook elke dag aantrekkelijker. Dit leidt tot meer onderzoek en studies binnen de sector. Tijdens de literatuurstudie bleek dat een groot aantal papers Flutter vergeleek met andere cross-platform ontwikkel tools. Dit soort papers moet de lezer helpen bij het maken van een keuze tussen deze tools. Door het verdelen van de aandacht over verschillende platformen, komt Flutter niet uitgebreid aanbod in dit soort papers. Voor 2020 waren de meeste onderzoeken van deze aard. Flutter leek toen nog niet stabiel en groot genoeg om als afzonderlijke tool onderzocht te worden.

Zoals uit voorgaande sectie blijkt, is Flutter meerdere malen onderzocht in 2020. In verschillende studies werd het tekort aan onderzoek voor 2020 aangehaald. Flutter is in het afgelopen jaar in een stroomversnelling geraakt op vlak van onderzoek. Dit is te danken aan de sterke stijging in gebruikersaantal. Het platform is nog steeds relatief jong maar de aantrekkingskracht ligt hem in de gebruikersbasis en de grote steun. Hoe meer gebruikers, hoe belangrijker het product in kwestie. Hoe belangrijker het product, hoe meer middelen hierin worden geïnvesteerd en dat lokt op zijn beurt weer meer gebruikers. Deze cirkel wordt alleen onderbroken als het platform in kwestie zijn aantrekkelijkheid verliest. Flutter lijkt hier geen last van te hebben en deze studie wil laten blijken waarom.

Dus kan geconcludeerd worden dat Flutter een interessant onderzoeksdomain is. Maar zoals bij elk onderzoek binnen de IT, zijn bevindingen al snel verouderd. De rappe evolutie binnen de sector doet elk product streven naar de beste versie van zichzelf. De competitie is hoog, dus moet performantie altijd voorop staan. Bij elke update of verbetering zijn voorgaande performantie studies verouderd en niet accuraat. Hierdoor zijn de studies, aangehaald in dit hoofdstuk, dan ook vaak zo recent mogelijk. Toch onderging Flutter net een grote release. Vele zaken werden verbeterd, onder andere de performantie van het platform. De voorgaande studies zijn weer verouderd en hier ligt een kans om opnieuw onderzoek te doen en beeld te schetsen van de huidige performantie van Flutter. Ook lijkt het interessant om een beeld te schetsen van de performantie van Flutter over tijd.

## 3. Methodologie

Om een antwoord te kunnen bieden op zowel de primaire, als de deelonderzoeksvragen, werd een onderzoek verricht. Dit onderzoek bestaat uit twee grote delen. Het eerste deel is de literatuurstudie die in vorig hoofdstuk beschreven werd. Het tweede deel is een experiment waaruit ondervindingen werden geanalyseerd en samengevat in volgende hoofdstukken. Om inzicht te krijgen in de opzet van het experiment wordt hieronder de opbouw hiervan uitgelegd. Ook wordt elk onderzoekscriterium toegelicht.

### 3.1 Opzet Experiment

Zoals reeds vermeld, valt dit experiment onder het luik vergelijkende studie. Het gaat twee ontwikkeltechnieken met elkaar vergelijken. Om deze technieken op een correcte manier te vergelijken werden verschillende applicaties ontwikkeld.

#### **Applicaties**

Voor het experiment werden vier applicaties ontwikkeld. Twee applicaties met de Flutter stack en twee met de Android stack. Het eerste paar applicaties dat vergeleken werd waren de Hello world applicaties. Deze werden gebruikt om twee van de drie performantie criteria te onderzoeken. Voor het criterium CPU gebruik en de andere criteria werd een tweede paar applicaties ontwikkeld, verder wordt hiernaar gerefereerd als onderzoeksapplicatie. Het ontwikkelproces van deze applicaties werd aanschouwt als onderzoek. De vergelijking van de resultaten vormde het antwoord op de onderzoeksvraag.

**Omgeving**

De applicaties werden ontwikkeld in de Android Studio Integrated Development Environment (IDE). Android Studio biedt snelle tools voor het bouwen van apps op elk type Android-apparaat. Daarnaast werd tevens voor Android Studio gekozen gezien de uitgebreide mogelijkheden, het beperkt houden van ontwikkeltools alsook het gegeven dat dit platform gratis te gebruiken is. Andere mogelijke IDE's waren, voor Android IntelliJ IDEA en voor Flutter Visual Studio Code. Een vergelijking tussen deze IDEs valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

**Talen**

De Android applicatie werd geschreven in de Kotlin taal. Kotlin is een gratis, open source programmeertaal ontworpen door JetBrains voor Java Virtual Machine en Android. De Flutter applicatie werd ontwikkeld in de Dart taal. Dit is een onafhankelijke taal ontwikkeld door Google maar ze wordt vooral gebruikt voor de ontwikkeling van Flutter applicaties.

**Lijnen code**

Tijdens de uitwerking van elk onderzoekscriteria werd rekening gehouden met een aantal sub-criteria. Op basis van deze sub-criteria werd een conclusie gevormd over de toegankelijkheid van beide frameworks. Eerst werd gekeken naar het aantal geschreven lijnen code. Het aantal lijnen code staat niet garant voor een betere sensatie van de app. Doch is het interessant om te kijken welke zaken bij het ene platform al dan niet uitgebreider dienen geïmplementeerd te worden om hetzelfde resultaat te bekomen.

**Libraries of packages**

Libraries in Android en packages in Flutter zijn een belangrijk en extreem krachtig aspect van ontwikkeling. Een library of package (verder library), is een verzameling van code die bepaalde functionaliteit reeds uitgewerkt heeft en dus zorgt voor snelle herbruikbare code. Omdat dit de snelheid van ontwikkeling kan beïnvloeden en tevens de robuustheid van de applicatie kan verbeteren, is het belangrijk om hier ook aandacht aan te besteden. Libraries kunnen de robuustheid van een applicatie verbeteren gezien de meeste libraries vaak open source zijn. Op deze manier worden nieuwe functionaliteiten toegevoegd die nodig blijken in verschillende use cases. Het gebruik van libraries kan drastisch helpen met de code complexiteit en het aantal geschreven lijnen code. Libraries nemen vaak een deel van de complexe code op zich. Echter is het niet altijd gemakkelijk om robuuste en goed ondersteunde libraries te vinden.

## 3.2 Onderzoekscriteria

In volgende hoofdstukken worden de onderzoekscriteria één voor één onderzocht. De alinea hieronder legt uit hoe deze criteria werden opgebouwd en vergeleken.

Onder het luik performantie vallen drie onderzoekscriteria. Deze worden ook wel de performantie criteria genoemd. Eerst hebben we de grootte van de uitvoeringsbestanden. Dit werd onderzocht aan de hand van de Hello World applicaties. Hierbij werden de



groottes van de apks van beide apps vergeleken. Vervolgens werd de opstartsnelheid van de twee Hello world apps onderzocht. Hierbij werden beide applicaties x aantal keer geopend en werd telkens de duur van de opstartprocedure genoteerd. Hiervan werd uiteindelijk het gemiddelde genomen en deze bevindingen voor zowel Android als Flutter werden dan met elkaar vergeleken. Daarna werd het CPU gebruik van beide applicaties onderzocht. Hierbij werd gebruik gemaakt van de onderzoeksapplicatie. Hierbij werden de percentages van CPU gebruik genoteerd wanneer door de app gelopen werd en deze uiteindelijk vergeleken.

Het volgende onderzochte criterium was het uitvoeren van asynchrone taken binnen elk framework. Hierbij werden de verschillende manieren van asynchroon werken aangehaald voor elk framework. De voor- en nadelen van deze asynchrone ontwikkel methoden werden opgesomd, uitgelegd, onderzocht en vergeleken op basis van hun voor- en nadelen.

Het criterium daarna was gebruik van online API's. In dit hoofdstuk werd gekeken naar de mogelijkheden voor beide frameworks om API calls uit te voeren. Werd op een gelijke manier aangepakt als het hoofdstuk ervoor, asynchrone taken. Deze twee hangen samen aangezien netwerk verzoeken best asynchroon worden uitgevoerd aangezien deze lang duren.

Daarna werd het criterium app veiligheid onderzocht. Hier werden de best-practices rond app veiligheid opgelijst en onderzocht. Hier werden de verschillende manieren van implementatie van deze best-practices voor beide frameworks ook voorzien.

Daarna werd gekeken naar code complexiteit. Dit hoofdstuk maakte een vergelijking op basis van een algoritme en diende te verduidelijken welk platform en taal toegankelijker is voor nieuwe ontwikkelaars.

Als laatste werd tooling onderzocht. Dit hoofdstuk houdt een lijst van de belangrijkste CLI commando's in. Daaruit werd een vergelijking gemaakt tussen de frameworks en de mogelijkheden die ze bieden om taken zo wel/ zo niet uit te voeren via de command line.

### 3.3 Gebruikte hardware

Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van bepaalde hardware. Sommige resultaten van het onderzoek, zoals performantie, zijn voor een groot deel afhankelijk van de onderliggende hardware. Om hier dus een duidelijke kijk op te krijgen werd de voor dit onderzoek gebruikte hardware hieronder opgesomd. Voor dit onderzoek werd geen gebruik gemaakt van een fysiek toestel maar van een emulator. Een emulator is hardware of software die een computersysteem in staat stelt zich te gedragen als een ander computersysteem.

**Computer:**

Toestel: Macbook Pro 2019

Processor: 2.6GHz 6-core Intel Core i7

Geheugen: 6 GB 2667 MHz DDR4

**Emulator:**

Toestel: Pixel 4

Android: 11.0, API level 30

CPU: x86\_64

## 4. Performantie

Dit hoofdstuk zal het performantie aspect van de applicaties behandelen. Ondanks het feit dat nieuwe smartphones alsmaar performanter worden, moet nog steeds belang gehecht worden aan de performantie van een applicatie tijdens de ontwikkeling. Hetgeen evenredig stijgt met de performantie van nieuwe smartphones, zijn de gebruikersverwachtingen van de apps. Het is belangrijk dat app ontwikkelaars een applicatie zo schrijven dat deze de beste performantie biedt aan de gebruiker. Elke app ontwikkelaar heeft namelijk als hoofddoel het ontwikkelen van een app die veel gebruikt wordt en een goede ervaring bezorgd aan de gebruiker. Wanneer een app niet voldoet aan de gebruikerseisen zal deze stoppen met de app te gebruiken, deze verwijderen en misschien zelf een negatieve review achterlaten. Wat op zijn beurt leidt tot minder gebruikers en minder downloads.

Er zijn verschillende aspecten die de performantie van een app beïnvloeden. Deze kunnen onderverdeeld worden in verschillende categorieën. In dit onderzoek werd alleen gefocust op de app performantie. Hieronder vallen laadsnelheid, batterij verbruik, geheugen gebruik, grootte van het uitvoeringsbestand, geheugen gebruik van de app in achtergrond Dit onderzoek spitst zich toe op opstartsnelheid, grootte van de uitvoeringsbestanden en CPU gebruik. Ook moet rekening gehouden worden met de samenhang tussen performantie en gebruikte hardware. De gebruikte hardware voor dit onderzoek werd vermeld in vorige hoofdstuk. Het is dus belangrijk om een performante app te ontwikkelen maar het gebruikte framework zit hier ook voor een deel tussen. Het doel van dit hoofdstuk is het vergelijken van deze onderliggende verschillen. Deze worden hieronder kort toegelicht.

## 4.1 De grootte van de uitvoeringsbestanden

Het eerste performantie aspect dat onderzocht werd was de grootte van het uitvoeringsbestand. Het doel bij applicatieontwikkeling is om een uitvoeringsbestand zo klein mogelijk te houden, zodat de gebruiker geheugen kan besparen op zijn toestel. Het is immers zo dat de prijs van high-end smartphones vandaag de dag vrij steil is. De consument kan bij het aanschaffen van een nieuw toestel vaak kiezen voor een bepaalde hoeveelheid opslag. Wanneer voor een toestel gekozen wordt met een vrij beperkte opslagcapaciteit en de gebruiker een aantal grote apps installeert, zal de opslagcapaciteit van het toestel snel volledig ingenomen zijn. Dit kan tot gevolg hebben dat de gebruiker bepaalde grotere applicaties zal gaan verwijderen om ruimte te creëren. Dit is één van de redenen waarom om een app zo klein mogelijk te houden en ondertussen de hoogste performantie te garanderen.

Een andere reden is de maximale toegestane grootte van de uitvoeringsbestanden opgelegd door de verschillende app stores. Om een applicatie op de Google Play Store te kunnen beschikbaar stellen, moet deze voldoen aan meerdere eisen. Een van deze eisen is dat het uitvoeringsbestand van de app maximaal 100MB bedraagt. Het doel van een applicatie beschikbaar te stellen op de Play Store is immers om een zo groot mogelijk doelpubliek aan te spreken. Wanneer echter niet aan de eisen van de Play Store voldaan wordt, zal dit doelpubliek niet bereikt worden. In dit hoofdstuk zal gekeken worden naar de grootte van de uitvoeringsbestanden van respectievelijk de Flutter applicatie alsook de Android applicatie.

### 4.1.1 Opzet

Een uitvoeringsbestand, ook wel gekend als een executable, van een Android app kan verschillende bestandsformaten zijn. De twee meest gebruikte formaten zijn Android Package (APK) en App Bundle. Deze bestanden worden gebruikt om een Android applicatie uit te voeren. Voor dit onderzoek werd gefocust op het APK bestandsformaat. Een APK is een map of verzameling van bestanden. Al deze bestanden samen zorgen ervoor dat een applicatie kan worden uitgevoerd. Zo werden voor dit onderzoek twee APK's gegenereerd van de Hello world applicaties. De eerste vanuit de native Android codebase en de tweede van de Flutter codebase. Voor de meest bruikbare resultaten werd gekozen om voor de applicaties een release build te maken. Elke build is een verzameling van een aantal regels die worden toegepast op de code wanneer deze compileert. De release build is een verzameling van regels die de app zo compact mogelijk maakt. Dit gebeurt door het opruimen en optimaliseren van code. De resultaten van het onderzoek werden bekomen gebruik makend van de apkanalyzer, een ingebouwde Android Studio tool die de APK ontleed en de grootte van elk van deze delen weergeeft.

Tabel 4.1 biedt inzicht in de gebruikte maatstaf voor dit deel van het onderzoek.

Tabel 4.1: Gebruikte maatstaf voor de grootte van de uitvoeringsbestanden

Bit	/	Binair getal, 1 of 0
Byte	B	8 Bit
Kilobyte	KB	$10^3$ B
Megabyte	MB	$10^6$ B

### Android

In Android wordt een release build gemaakt aan de hand van volgende lijnen code in het app build.gradle bestand 4.1.

Listing 4.1: Android build.gradle (app)

```
release {  
    minifyEnabled true  
    shrinkResources true  
    proguardFiles getDefaultProguardFile  
        ('proguard-android-optimize.txt'), 'proguard-rules.pro'  
}
```

### Flutter

Voor een ideale Flutter release build wordt best gebruik gemaakt van onderstaande terminal commandos.

```
flutter clean
```

```
flutter build apk --split-per-abi
```

Het flutter clean commando zal het project kleiner maken door het verwijderen van de build en .dart-tool mappen. Het commando daarna maakt een release APK per ABI. De APKs worden gesplitst per ABI omdat dit het uitvoeringsbestand aanzienlijk verkleint. Verdere uitleg over ABI kan terug gevonden worden in hoofdstuk 10 Appendix.

Als laatste werd een opsomming gemaakt van de grootte van Flutter uitvoeringsbestanden over tijd. Dit moet een inzicht bieden in de evolutie van Flutter.

## 4.1.2 Resultaten

### Android

Een Android app heeft geen minimum grootte voor het uitvoeringsbestand. Echter als de app op de Play Store dient gezet te worden moet deze minimum 7KB bedragen. Wanneer een nieuw Native Kotlin Android project wordt opgezet met één activity, zal dit automatisch een Hello World applicatie zijn. Als eerste stap in het onderzoek werd gekeken naar de omvang van deze APK. Volgens apkanalyzer was deze APK 3.2 MB in omvang en 2.6 MB voor de download. Vervolgens werd gekeken naar een verkleinde versie van de codebase waaruit de testing directories verwijderd werden samen met de bijhorende dependencies. Vervolgens werd minifyEnabled als ook shrinkResources op true gezet. Dit leidt tot een APK van 1.6 MB met een downloadgrootte van 1010.1KB. Voor een derde en finale versie van de APK werd de codebase nog kleiner gemaakt, met als gevolg dat

Tabel 4.2: Grootte van de uitvoeringsbestanden van de Hello world app in Android (De Pauw, 2021)

	APK size	Download Size
META-INF	3 KB	3 KB
res	123,7 Kb	117 KB
AndroidManifest.xml	721 B	721 B
classes.dex	293,9 KB	293,1 KB
Resources.arsc	222,6 KB	51,7 KB
Kotlin	9,1 KB	9 KB
<b>Total</b>	<b>693,2 KB</b>	<b>476,1 KB</b>

niet meer werd gewerkt volgens de Android best practices. Tabel 4.2 bevat de resultaten van dit onderzoek. De code voor deze Hello world applicatie kan terug gevonden worden op GitHub repository (De Pauw, 2021).

### Flutter

Flutter maakt gebruik van de Flutter Engine (zie hoofdstuk 10 Appendix). Deze engine maakt deel uit van de APK en is nodig voor het gebruiken van een Flutter app. Deze engine bevat het gehele framework en is daarom een aantal megabyte groot. Dit maakt de Flutter APK al direct meerdere megabytes in omvang. Voor het eerste deel van het onderzoek werd gekeken naar een standaard versie van de Hello world template. Hierbij bevatte de main.dart file 26 lijnen code. De niet gesplitste ABI versie was 15.5 MB groot terwijl de gesplitste APK 5.1 MB bedroeg voor de gewone ARM en 5.5 MB voor de ARM64. Vervolgens werd de applicatie herschreven met als doel een zo klein mogelijke APK te genereren. Hierbij was het main.dart bestand 12 lijnen code na het uitvoeren van een code format. De APK versie waarbij niet gesplitst werd per ABI was 14 MB groot. De resultaten van de APK gesplitst op ABI staan vermeld in tabel 4.3. De code voor dit onderzoek kan terug gevonden worden op de GitHub repository (De Pauw, 2021).

Op de Flutter site (Flutter, g.d.) staat een korte omschrijving van de minimale downloadgrootte gemeten van een Flutter app (geen materiële componenten, slechts een enkele Center-widget, gebouwd met flutter build apk –split-per-abi), gebundeld en gecomprimeerd als een release APK. Deze minimale downloadgrootte werd in 2018 verschillende malen verkleint en opnieuw gemeten. Tabel 4.4 bundelt de resultaten van deze metingen.

## 4.2 De opstartsnelheid van de applicatie

Een andere veel voorkomende reden waarom gebruikers applicaties slecht beoordelen of verwijderen is een trage applicatie. Onderzoek toont aan dat gebruikers verwachten dat een applicatie binnen maximaal drie seconden opstart. Met opstartsnelheid wordt de tijd bedoeld tussen het drukken op het app icoon en het te zien krijgen van een view. Hierbij moet rekening gehouden worden met de in te laden data. Het inladen van data heeft in veel gevallen weinig te maken met app performantie. In veel gevallen zal dit te maken

Tabel 4.3: Grootte van de uitvoeringsbestanden van de Hello world app in Flutter (De Pauw, 2021)

	<b>ARM</b>		<b>ARM-64</b>	
	<b>APK Size</b>	<b>Download size</b>	<b>Apk Size</b>	<b>Download Size</b>
lib	4,2 MB	4,2 MB	4,7 MB	4,6 MB
assets	183,4 KB	183 KB	183,4 KB	183 KB
META-INF	7,9 KB	7,6 KB	7,9 KB	7,6 KB
res	6,2 KB	5,9 KB	6,2 KB	5,9 KB
AndroidManifest.xml	1021 B	1021 B	1022 B	1022 B
classes.dex	121,7 KB	121,3 KB	121,7 KB	121,3 KB
Resources.arsc	22,6 KB	3,8 KB	22,6 KB	3,8 KB
Kotlin	9,7 KB	9,7 KB	9,7 KB	9,7 KB
<b>Total</b>	<b>4,6 MB</b>	<b>4,5 MB</b>	<b>5 MB</b>	<b>5 MB</b>

Tabel 4.4: Grootte van de uitvoeringsbestanden in Flutter over tijd

<b>Tijd</b>	<b>Download Size</b>
Maart 2018	4,06 MB
Augustus 2018	4,20 MB
Begin Oktober 2018	4,28 MB
Eind Oktober 2018	4,48 MB
November 2018	4,70 MB
December 2018	6,70 MB

hebben met de aangesproken API. Een onderzoek naar de respons tijd van een API valt echter buiten het bestek van dit onderzoek. Het verschil tussen het inladen van data en het opstarten van de app kan (meestal) gezien worden aan de hand van een laad icoon. Als de app een API aanspreekt voor data zal (in de meeste gevallen) een laad icoon getoond worden terwijl tijdens de opstart procedure de app in geheugen wordt geladen en dus nog niets getoond kan worden.

Een performante app betekent in vele gevallen een snelle app, dus kan een trage opstart-snelheid leiden tot frustratie. Aangezien elke ontwikkelaar mikt op een zo goed mogelijke user experience (UX), is het interessant om ook de opstartsnelheid van een applicatie te onderzoeken. De vraag die hier beantwoord werd was volgende 'Wat is de impact van beide ontwikkelingstechnieken op de opstartsnelheid?'.

### 4.2.1 Opzet

Om het verschil in opstartsnelheid tussen beide platformen te testen, werd gebruik gemaakt van de Hello world applicaties. Door de kleine omvang van de applicaties, waren de verschillen in tijd beperkt. Ook werd rekening gehouden met het feit dat deze opstart tijden variabel zijn, daarom werd het onderzoek gevoerd aan de hand van een groot aantal iteraties. Hieruit konden minimum, maximum, mediaan, gemiddelde en standaard afwijking van de opstarttijden berekend worden per applicatie, die het mogelijk maakten om beide platformen met elkaar te vergelijken.

Hierbij dient wel vermeld te worden dat beide applicaties vanaf nul gestart werden. Het is namelijk zo dat applicaties uit drie verschillende toestanden gestart kunnen worden. De Engelse termen voor deze drie opstartprocedures zijn volgende: cold start, warm start en hot start (zie hoofdstuk 10 Appendix). In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de cold start procedure. Deze procedure is degene die de grootste uitdaging vormt in het kader van het minimaliseren van de opstarttijd.

In Android 4.4 (API-niveau 19) en hoger bevat logcat een regel uitvoer met de waarde 'Displayed'. Deze waarde vertegenwoordigt de hoeveelheid tijd die is verstreken tussen het starten van het proces en het voltooiën van het tekenen van de bijbehorende activiteit op het scherm. Dit werd gebruikt voor het bepalen van de tijd in Android.

In Flutter werd het commando `flutter run --trace-startup --profile` gebruikt. De trace-uitvoer wordt opgeslagen als een JSON-bestand met de naam `start_up_info.json` onder de build directory van het Flutter-project. De uitvoer geeft de verstreken tijd weer vanaf het opstarten van de app tot deze trace events. Echter toont de uitvoer van dit commando ook de tijd nodig voor Flutter om de app vanaf nul op te starten tot de eerste pixel op het scherm wordt getekend.

### 4.2.2 Resultaten

Zie tabel 4.5 voor de resultaten van het onderzoek.



Tabel 4.5: Opstartsnelheden van de Android en Flutter Hello world apps. (De Pauw, 2021)

	<b>Android</b>	<b>Flutter</b>
<b>Hoogst</b>	985ms	848ms
<b>Laagst</b>	582ms	293ms
<b>Mediaan</b>	649ms	416,5ms
<b>Gemiddeld</b>	681,31ms	454,38ms
<b>Standaard afwijking</b>	89,6450571ms	126,5891134ms

## 4.3 Discussie

Uit onderzoek van Bracke (Bracke, 2020) bleek dat in 2020 de opstartsnelheid van native Android apps gemiddeld 146,7ms lager was dan Flutter apps. Maar aan de andere kant dat de Flutter apps een stabielere opstarttijd ondervonden. Dit is volledig het tegenovergestelde met wat dit onderzoek aantoont. De resultaten zijn volledig anders wat doet vermoeden dat de omgevingsvariabelen niet hetzelfde zullen geweest zijn. Een andere mogelijkheid is de onderliggende hardware die hier een te grote rol speelde.

## 4.4 Het CPU gebruik van de applicatie

Een Central Processing Unit of kortweg CPU is het als het ware het brein van een computer. Het is een stuk hardware dat aan de hand van een aantal basisoperaties, programma's uitvoert. Om deze operaties performant uit te voeren heeft de CPU echter nood aan een vaste bron van energie. In het geval van mobiele apparaten, zoals een laptop of een smartphone, is deze energiebron de batterij van het toestel. Vandaag de dag zijn smartphones vrij tot zeer compact, maar dit heeft echter ook een nadeel. Door de compactheid van de toestellen is de plek voor de batterij ook eerder beperkt. Om de capaciteit van de batterij zo goed mogelijk te benutten, moeten de processen die op de toestellen draaien dus eerder performant zijn. Hiermee wordt bedoeld dat ze energiezuinig moeten zijn zonder snelheid in te leveren. Een app die veel CPU werk vereist zal dus meer energie verbruiken, de batterij sneller doen leeglopen en kan zorgen voor oververhitting van de batterij. Een probleem dat voorkomt wanneer de app meer resources gebruikt als nodig. Aangezien het beheer van de batterijduur een dagelijkse ervaring is voor velen, wil men zo weinig mogelijk batterij verspelen aan korte app interacties. Gebruikers die merken dat een app te veel vraagt van de CPU, zullen deze app dan ook sneller verwijderen. Daarom was het interessant om te onderzoeken of de onderliggende frameworks hier een aandeel in hebben.

### 4.4.1 Opzet

Voor het onderzoek naar CPU gebruik werden de onderzoeksapplicaties vergeleken. Deze applicaties bevatten een aantal features die CPU intensiever zijn dan de Hello world ap-

Tabel 4.6: CPU gebruik van de Android en Flutter Onderzoeksoapplicaties. (De Pauw, 2021)

	<b>Android</b>	<b>Flutter</b>
<b>Hoogst</b>	33,6%	35,4%
<b>Laagst</b>	1,0%	1,0%
<b>Gemiddeld</b>	12,7%	13,2%
<b>Standaard afwijking</b>	7,5146739%	8,1725839%

plicaties. Het CPU gebruik wordt uitgedrukt in procent. Hoe hoger dit getal hoe meer CPU de app in gebruik nam. De gehele app werd doorlopen zodanig dat een gemiddelde, maximum, minimum en standaardafwijking kon vergeleken worden. Het CPU percentage werd elke 0,5 seconden genoteerd om genoeg waarden te accumuleren.

Voor het onderzoek naar CPU gebruik werd voor Android gebruik gemaakt van de Android Profiler. Een krachtige monitoring tool die het mogelijk maakt om live CPU, geheugen, netwerk en batterij resources op te volgen. Meer specifiek werd gekeken naar de CPU Profiler. Voor Flutter werd gebruik gemaakt van de Flutter DevTools. Een uitgebreide tool die in Flutter 2.0 een grote update kende. Hiermee kunnen live zaken zoals logging, geheugen gebruik, CPU gebruik, netwerk requests worden opgevolgd.

#### 4.4.2 Resultaten

Zie tabel 4.6

#### 4.4.3 Discussie

Bij dit onderzoekscriterium werd geen evolutie over tijd toegevoegd omdat het CPU gebruik van de app afhankelijk is van achterliggende features. In dit onderzoek konden twee gelijkaardige apps, gemaakt met verschillende stacks, wel op een relatief eerlijke manier vergeleken worden. Echter wanneer een evolutie over tijd toegevoegd wordt, moeten de cijfers op een correcte manier vergelijkbaar zijn. Op deze manier is alleen de parameter tijd een variabele maar de apps zijn uniek en werden specifiek ontwikkeld voor dit onderzoek dus is het niet mogelijk om deze te toetsen tegen voorgaand onderzoek.

In vorige paragraaf werd de term 'relatief eerlijk onderzoek' gebruikt, dit slaat op de uitvoering van het onderzoek. De apps werden manueel doorlopen en bevindingen werden elke halve seconde genoteerd. Echter waren hier te veel variabelen aanwezig. De tijd gespendeerd op één scherm was elke keer verschillend. De resultaten die hieruit voortkomen zijn in grote mate vergelijkbaar maar zijn onderworpen aan menselijke error. Voor een correcte vergelijking was het gebruik van een script de betere optie.

## 4.5 Conclusie

Als eerste werden de uitvoeringsbestanden onderzocht. Wat uit deze resultaten kan geconcludeerd worden is dat een duidelijk verschil bestaat tussen enerzijds de native APKs en anderzijds de cross-platform APKs. Het is namelijk zo dat native APKs aanzienlijk kleiner zijn in vergelijking met hun cross-platform tegenhangers. Dit komt door de Flutter Engine die mee moet verpakt worden in de APK's. Een minimale Flutter APK is 4,6 MB groot wat 3,9 MB groter is als een minimale Android APK. Echter bij grotere APKs wordt het verschil tussen Android en Flutter eerder klein en insignificant. Vervolgens werden de opstartsnelheden vergeleken. Hier bleek Flutter een voordeel te hebben over Android, echter was dit verschil klein en amper waarneembaar voor een gebruiker. De Flutter app was gemiddeld 227ms sneller dan de Android app. Het testen op CPU-verschillen in de applicaties toonde aan dat er niet veel verschil was in CPU-gebruik tussen native Android builds en Flutter builds. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het gebruik van een kleine applicatie. Het experiment zou andere resultaten kunnen opleveren als dit deel van het onderzoek op een grotere applicatie werd uitgevoerd. Dus uitgesloten de APK omvang zijn deze performantie criteria van de twee platformen gelijkaardig te noemen.



## 5. Asynchroon Werken

Bij het schrijven van code maakt de ontwikkelaar keuzes over de achterliggende uitvoeringsprocessen. Moeten stukken code parallel of sequentieel verlopen met andere stukken code. Deze keuze is vaak onbewust maar wel belangrijk voor de UX van een applicatie.

Het uitvoeren van een stuk code is een proces. Wanneer gekozen wordt om een stuk code synchroon te laten verlopen, wordt gewacht op de uitkomst van dit proces vooraleer een nieuw proces kan gestart worden. Hierbij wordt elk proces afgewerkt en enkel wanneer een bepaald proces afgewerkt is, kan een ander proces gestart worden.

Wanneer gekozen wordt om asynchroon te werken, hoeft het tweede proces in de wachtrij niet te wachten tot het eerste proces voltooid is alvorens te beginnen. Hierbij zijn dus meerdere processen op hetzelfde moment actief. Hier worden verschillende processen afgehandeld op verschillende threads. (zie hoofdstuk 10 Appendix)

In de documentatie van Google (Google, g.d.) over UI-threads en niet-UI-bewerkingen staat: 'Terwijl een schermupdate plaatsvindt, probeert het systeem om de 16 ms een blok UI code uit te voeren om soepel te renderen met 60 frames per seconde. Om het systeem dit doel te laten bereiken, moet de UI/View-hiërarchie worden bijgewerkt in de main thread. Als de wachtrij van de main thread echter taken bevat die te lang zijn om de update snel genoeg te voltooien, moet de app dit werk naar een andere thread verplaatsen. Als de main thread het uitvoeren van blokken code niet binnen 16 ms kan voltooien, kan de gebruiker haperingen, vertragingen of een gebrek aan UI-respons op invoer waarnemen. Als de main thread gedurende ongeveer vijf seconden blokkeert, geeft het systeem een dialoogvenster Application Not Responding (ANR) weer, zodat de gebruiker de app direct kan sluiten.' Dus voor bepaalde taken zoals het ophalen en persisteren van data wordt vaak gekozen voor asynchrone taken. Op zowel Android als Flutter zijn verschillende

manieren aanwezig om taken asynchroon uit te voeren. In dit hoofdstuk worden de meest gebruikte manieren aangehaald.

## 5.1 Opzet

Toegang krijgen tot dezelfde gegevens vanuit meerdere threads, het juiste gedrag en goede prestaties behouden, is de echte uitdaging van *concurrent programming*. (zie Hoofdstuk 10 Appendix voor meer uitleg) De beste gegevensstructuur die kan gebruikt worden om veilig gegevens over verschillende threads te delen, zijn wachtrijen. Threads communiceren meestal via wachtrijen en kunnen handelen als producent of consument. Een producent is een thread die informatie in de wachtrij plaatst, terwijl de consument degene is die ze leest en gebruikt. Een wachtrij kan gezien worden als een lijst waarin producenten gegevens aan het einde toevoegen, terwijl consumenten ze van het begin afnemen en lezen. Deze logica is beter bekend onder de naam FIFO (First In First Out). Threads plaatsen dus gegevens in de wachtrij. Deze gegevens worden ook wel berichten genoemd en zij bevatten de te delen informatie.

### 5.1.1 Android

In Android worden de grootste concepten bekeken rond asynchroon programmeren. Dit zijn niet alle opties, alleen de meest gebruikte, te beginnen bij een uitleg over callbacks. Vervolgens wordt gekeken naar AsyncTasks. Daarna worden Runnables, Threads, Handlers en AsyncTasks met elkaar vergeleken. Vervolgens wordt gekeken naar Kotlin coroutines om uiteindelijk te eindigen met RxJava. Hierbij worden simpele codevoorbeelden toegevoegd om inzicht te verwerven in deze concepten.

### 5.1.2 Flutter

In Flutter worden 5 concepten bekeken. Eerst en vooral zijn er de futures, de manier van asynchroon werken binnen Flutter. Hierbinnen wordt nog een onderscheid gemaakt tussen futures met en zonder callbacks. Vervolgens hebben zijn er de widgets die samenwerken met deze futures namelijk StatefulWidget, StreamBuilder en FutureBuilder. Deze widgets maken het mogelijk om de UI aan te passen wanneer het resultaat van een future of stream. Ook hier zijn simpele codevoorbeelden toegevoegd.

## 5.2 Android

### 5.2.1 Callbacks

Callbacks zijn een programmeermechanisme. Het zijn functies die als argument aan een andere functie worden doorgegeven, die vervolgens binnen de buitenste functie wordt

aangeropen om een soort routine of actie te voltooien. Ze worden vooral gebruikt in samenwerking met libraries. Het is mogelijk om deze te gebruiken zonder library maar dat is toegankelijk voor errors en moeilijk te onderhouden.

Ook al wordt get aangeroepen van op de main thread, het zal een andere thread gebruiken om het verzoek uit te voeren. Zodra het resultaat beschikbaar is via het netwerk, wordt de callback aangeroepen op de main thread. Dit is een manier om langlopende taken af te handelen.

Callbacks hebben echter ook nadelen. In toepassingen op bedrijfsniveau is het vaak het geval dat meerdere functies worden aangeroepen, die op de één of andere manier onderling moeten worden verbonden of gecombineerd, waardoor de resultaten in complexe objecten moeten worden gestoken. In deze gevallen wordt de code buitengewoon moeilijk om te schrijven, te onderhouden en over te redeneren. Omdat het niet mogelijk is om een waarde van een callback terug te geven, moeten callbacks genest worden. Het is vergelijkbaar met het nesten van `forEach` of `map` functies. Elke bewerking heeft dan zijn eigen lambda-parameter. Bij het nesten van callbacks of lambda's zijn een groot aantal accolades te zien, die elk een *local scope* vormen. Dit creëert op zijn beurt een structuur die indentatie- of callback hel wordt genoemd.

Listing 5.1: Simpel Android Callback voorbeeld

```
api.getSomething().enqueue(object: Callback<?> {  
    override fun onResponse(  
        call: Call<String>,  
        response: Response<?>) {}  
  
    override fun onFailure(  
        call: Call<String>,  
        t: Throwable) {}  
})
```

### 5.2.2 AsyncTask

`AsyncTask` werd door Google *deprecated* gemaakt voor API level 30 en hoger. *Deprecated* of verouderd betekent dat Google aanbeveelt om een alternatief te zoeken. Het betekent niet dat de klasse snel zal verwijderd worden uit de Android SDK. Aangezien `AsyncTasks` een veel gebruikte optie was, wordt deze opgenomen in het onderzoek. Het *extenden* van `AsyncTask` en het toevoegen van code in de `doInBackground` methode is alles wat nodig is om een lange berekening naar een andere thread over te dragen. Met de andere beschikbare methoden kunnen veel eenvoudige use-cases worden afgehandeld. De eenvoud van `AsyncTask` verklaart waarom zoveel mensen het gebruiken.

Er zijn enkele problemen met `AsyncTask`. De grootste is het gevaar op *memory leaks*. Zo moet de levenscyclus van de Activity of het Fragment in rekening gehouden worden. Dit betekent dat `AsyncTask` niet de beste optie is voor langdurige bewerkingen.

Net als Callbacks werken AsyncTasks beter voor simpele taken. Complexe scenarios met verschillende uitvoeringsthreads en volgorde van bewerkingen, zullen snel de limieten bereiken.

Listing 5.2: Simpel Android AsyncTask voorbeeld

```
class LongRunningOperation() : AsyncTask<Void, Void, String>() {
    override fun doInBackground(vararg params: Void?): String? {
        // Long running Task
    }

    override fun onPreExecute() {
        super.onPreExecute()
        // Before executing
    }

    override fun onPostExecute(result: String?) {
        super.onPostExecute(result)
        // After executing
    }
}

LongRunningOperation().execute(String);
```

### 5.2.3 Runnables, Threads, Handlers en AsyncTask

Een andere manier om taken in de achtergrond uit te voeren is door deze in een Runnable object te steken en die op een nieuwe thread uit te voeren. Als de gebruikersinterface achteraf moet bijgewerkt worden, kan dat niet gebeuren binnen de Runnable, omdat deze op een andere thread dan de UI thread draait. Deze Runnable kan doorgegeven worden aan een Handler of aan een Thread.

#### Thread

Als `new Thread(runnable).start()` gebruikt wordt, maakt deze een nieuwe thread aan voor de taak asynchroon uit te voeren. Een thread bevat een `Looper`. Wanneer de main thread wordt uitgevoerd, zal de `Looper` herhalen en de `Runnables` één voor één uitvoeren. Gebruik `Thread` dus als er zwaar werk moet gebeuren zoals bijvoorbeeld netwerkcommunicatie. Het starten van threads om `Runnable` tasks uit te voeren, ze laten wachten (`wait`) en samenkomen (`join`) is een benadering op vrij laag niveau. Deze verouderde manier is ook vatbaar voor deadlocks en het overzicht bewaren over de threads is ook niet altijd simpel. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met het feit dat testen en debuggen zo goed als onmogelijk zijn. Tegenwoordig bestaan er betere opties op Android.

#### Handler

Wanneer `new Handler().post(runnable)` gebruikt wordt, is het `Runnable`-object aan de `Looper` toegevoegd en wordt de code dus later in dezelfde thread uitgevoerd. `Handler` heeft de voorkeur wanneer UI-objecten uit een andere thread moeten bijgewerkt worden, dan



is het noodzakelijk dat deze objecten alleen in de UI Thread kunnen worden bijgewerkt. Ook is het beter voor het uitvoeren van simpele code omdat het lichter en sneller is.

### AsyncTask

Hiervoor werd AsyncTask reeds aangehaald. Toch kan het handig zijn om deze in de vergelijking toe te voegen. AsyncTask en Handler zijn geschreven in Java (intern gebruiken ze een Thread), dus alles wat met Handler of AsyncTask kan gedaan worden, kan ook bereikt worden met een Thread. Gebruik AsyncTask over Handler wanneer de caller thread een UI-thread is.

Listing 5.3: Simpel Android Runnable voorbeeld

```
val runnable = Runnable {  
    // Long running task  
}  
  
/* Example Handler */  
Handler().post(runnable)  
  
/* Example Thread */  
Thread(runnable).start()
```

#### 5.2.4 Kotlin coroutines

Kotlin-coroutines zijn de door Google verkozen manier van asynchroon werken in Android. Ze introduceren een nieuwe stijl van concurrency die kan worden gebruikt om asynchrone code te vereenvoudigen. Coroutines zijn in versie 1.3 toegevoegd aan Kotlin. Ze zijn gebaseerd op gevestigde concepten uit andere talen. Een coroutine is een instantie van annuleerbare berekening. Het is conceptueel vergelijkbaar met een thread echter bieden Coroutines concurrency, maar geen parallelisme. Een coroutine is niet aan een bepaalde thread gebonden. Het kan de uitvoering ervan in de ene thread opschorten en in een andere thread hervatten.

Ze bieden een goede oplossing op twee grote problemen.

- Langdurige taken: taken die te lang duren om de main thread te blokeren
- Main-safety: staat toe om elke suspend functie aan te roepen vanop de main thread

Coroutines bouwen verder op gewone functies door het toevoegen van twee nieuwe operaties. Bij de bestaande operaties invoke en return komen suspend en resume bij. Suspend pauzeert de uitvoering van de huidige coroutine en slaat daarbij alle lokale variabelen op. Resume zet een geschorste coroutine voort vanaf de plaats waar die was onderbroken.

Er zijn verschillende manieren om met coroutines een stream van waarden terug te geven maar daar gaat dit onderzoek niet verder op in.

Listing 5.4: Simpel Android Coroutine voorbeeld

```
fun main() = runBlocking {
```

```

        longRunningOperation ()
    }

suspend fun longRunningOperation() = coroutineScope {
    launch {
        //Long running task
    }
    //Other stuff
}

```

### 5.2.5 Reactive programming (RxJava)

In de afgelopen jaren is een andere mogelijkheid in een stroomversnelling gekomen, niet alleen voor Java, maar voor de meeste platformen. Reactive Extensions (ook bekend als Rx of ReactiveX) produceren libraries voor de meest voorkomende talen en impliceren een andere manier van denken om met asynchroon programmeren om te gaan. RxJava, dat net als elk Java-project op Android kan worden gebruikt, bevat een verzameling klassen en operators die helpen bepaalde besturingsstromen om te keren zonder de controle over de gegevensstromen en gebeurtenissen te verliezen.

Met behulp van de *Observables* en *Subscriptions* van RxJava is het mogelijk om een *Observer* te creëren die de methoden `onNext`, `onError` en `onCompleted` overschrijft en te subscriben op een methode die een *Observable* retourneert. De *Observable* zendt items terug naar de *Observer*, waardoor de `onNext`-methode wordt aangeroepen met toegang tot het verzonden item. Als de *Observable* klaar is met het uitzenden van objecten, wordt `onCompleted` aangeroepen. Als op enig moment een uitzondering wordt gegene-reerd, wordt `onError` aangeroepen. De enige opkuis die moet gebeuren is in `onDestroy`-methode te unsubscribe voor memory leaks te voorkomen.

Het hele concept berust op een combinatie van de klassieke *Observer*- en *Iterator*-patronen. Dit lijkt misschien een andere callback-aanpak, maar Rx is eigenlijk veel krachtiger: de grootste kracht ligt in het feit dat het een gelijkenis toont met functioneel programmeren. Dit blijkt duidelijk uit het gebruik van de meerdere operators die beschikbaar zijn in de RxJava-bibliotheek. Er zijn tientallen, zo niet honderden operators waarmee gegevens kunnen getransformeerd worden, streams kunnen gecombineerd worden, tijdsbewerkingen kunnen afgehandeld worden, van thread kan gewisseld worden, enz. Complexe algoritmen met meerdere asynchrone bewerkingen zijn veel leesbaarder. Als laatste is het mogelijk om met Rx-programmering asynchrone code te schrijven op een testbare manier.

Een nadeel dat Reactive programming met zich meebrengt is de steile leercurve. Het kan een overweldigende taak zijn om de opbouw van een blok asynchrone code aan te passen om het meeste eruit te halen. Indien een eenmalige oplossing gezocht wordt voor een eenvoudige use case, wordt reactive niet aangeraden. Wanneer vaak asynchrone code moet geschreven worden voor complexe use cases kan het interessant zijn om zich in Rx te verdiepen.

Listing 5.5: Simpel Android RxJava voorbeeld

```
val observable = PublishSubject.create<Int>()

observable
    .subscribeOn(Schedulers.io())
    .observeOn(AndroidSchedulers.mainThread())
    .subscribe({ value ->
        //do something with the value if success
    }, {
        //do something with value if failure
    })
```

## 5.3 Flutter

Dart is een single threaded taal die gebruikmaakt van event loops om asynchrone taken uit te voeren. De bouwmethode in Flutter is echter synchroon. Op het moment dat Dart begint, is er één main Isolate(Thread). Het is de originele thread van de toepassing, waarnaar wordt verwezen als de UI-thread. In het geval dat een andere thread moet gemaakt worden, die zijn eigen wachtrij heeft, moet een nieuwe Isolate gemaakt worden. Dit valt echter buiten de scope van het onderzoek.

### Dart event loop

Zodra een app geopend wordt, vinden verschillende events plaats in onvoorspelbare volgorde, totdat de app gesloten wordt. Elke keer een event plaatsvindt, komt deze in een wachtrij, waar het event wacht om verwerkt te worden. De Dart event loop haalt het event bovenaan de wachtrij op, verwerkt deze en activeert een callback totdat alle gebeurtenissen in de wachtrij voltooid zijn.

De klassen Future en Stream en de trefwoorden async en wait in Dart zijn gebaseerd op deze eenvoudige event loop, waardoor asynchroon programmeren mogelijk wordt.

### 5.3.1 Future

Een future (kleine letter "f") is een instantie van de klasse Future. Een Future in Flutter maakt het mogelijk om de io te beheren zonder zicht druk te maken over threads of deadlocks. Een future vertegenwoordigt het resultaat van een asynchrone bewerking en kan twee statussen hebben: onvoltooid of voltooid.

- Onvoltooid: Wanneer een asynchrone functie aangeroepen wordt, retourneert deze een onvoltooid future. Deze future wacht tot de asynchrone bewerking van de functie voltooid is of een fout genereert.
- Voltooid: Als de asynchrone bewerking slaagt, wordt de future voltooid met een waarde, anders wordt het voltooid met een fout.

### 5.3.2 Future met callback

Een veel voorkomende Use Case voor asynchroon programmeren is het verkrijgen van gegevens via een netwerk verzoek.

Listing 5.6: Simpel Flutter callback voorbeeld

```
http.get("https://example.com").then((response) {  
  if (response.statusCode == 200) {  
    //do something with the response  
  } else {  
    //do something else  
  }  
});
```

Codevoorbeeld 5.6 toont het klassieke callback patroon voor het werken met futures. De aanroep naar `http.get()` retourneert een onvolledige future. Onthoud dat het verkrijgen van resultaten via HTTP tijd kost en het is ongewenst dat de app niet reageert in deze periode. Daarom wordt de future meteen terug gehaald en wordt verder gegaan met het uitvoeren van de andere regels code. Die andere regels gebruiken de methode `then()` van de future om een callback te registreren die wordt uitgevoerd wanneer het antwoord binnenkomt.

### 5.3.3 async en await

Dart biedt met de `async/wait` syntax een alternatief patroon voor het maken van asynchrone calls, één die meer lijkt op gewone synchrone code, waardoor het gemakkelijker te lezen en te volgen valt.

Dart voorziet twee keywords die hierbij kunnen gebruikt worden:

- `async`: wordt geplaatst voor de braces van de functie om deze als asynchroon te markeren.
- `await`: wordt geplaatst voor de methode aanroep van een `async` methode. Het `await`-sleutelwoord werkt alleen binnen een asynchrone functie.

Een asynchrone functie wordt synchroon uitgevoerd tot het eerste `await`-sleutelwoord. Dit betekent dat binnen een asynchrone functie alle synchrone code vóór het eerste `await`-sleutelwoord onmiddellijk wordt uitgevoerd.

Listing 5.7: Simpel Flutter async voorbeeld

```
Future <?> longRunningOperation () async {  
  //Long running task  
}  
  
void otherFunction() async {  
  return await longRunningOperation().then((value){  
    //do something with the value  
  })  
}
```

```

    }, onError: (error){
        //do something with the error
    });
}

```

Widgets opbouwen die gebruik maken van futures is waar de 'moeilijkheid' ligt in Flutter. Dit kan aan de hand van één van volgende manieren.

### 5.3.4 StatefullWidget

Dit is een eenvoudige manier die best alleen gebruikt wordt voor simpele Use Cases. Wanneer de asynchrone data binnenkomt, kan een rebuild getriggerd worden aan de hand van `setState()`.

Listing 5.8: Simpel Flutter StatefulWidget voorbeeld

```

class _MyFutureWidgetState extends State<MyFutureWidget> {
    String? value;

    @override
    void initState() {
        super.initState();
        fetchFuture().then((result) {
            setState(() {
                value = result;
            });
        });
    }

    @override
    Widget build(BuildContext context) {
        return Container(
            child: (() {
                if (value == null) {
                    //return waiting widget
                }
                //return widget showing success
            })()
        )
    }
}

Future<?> fetchFuture() async {
    //Long running task
}

```

### 5.3.5 FutureBuilder

FutureBuilder biedt een mooiere, betere manier aan om met futures in om te gaan. FutureBuilder maakt het mogelijk widgets te bouwen wanneer deze moeten wachten op een future. Met deze widget is het mogelijk om de huidige status van de future op te vragen. Zo is het mogelijk om verschillende widgets te tonen wanneer de data wordt geladen en wanneer deze beschikbaar is. Zoals de naam zegt, bestaat deze widget uit twee grote delen, een future en een builder die een context en snapshot verwacht. Het snapshot is een beeld van de meest recente interactie met de asynchrone berekening. Wanneer een asynchrone berekening plaatsvindt, is het handig om de status te kennen, wat mogelijk is via `snapshot.connectionState`.

De `connectionState` heeft vier gebruikelijke statussen:

- `none`: initiële gegevens (wanneer ingesteld)
- `waiting`: de asynchrone bewerking is begonnen. De gegevens zijn meestal null
- `active`: gegevens zijn niet-null en kunnen in de loop van de tijd veranderen
- `done`: gegevens zijn niet-null

`snapshot.data` retourneert de nieuwste gegevens en `snapshot.error` retourneert het nieuwste error object. `snapshot.hasData` en `snapshot.hasError` zijn twee handige getters die controleren of een fout of data is ontvangen.

Listing 5.9: Smpel Flutter FutureBuilder voorbeeld

```
FutureBuilder(
  future: functionThatReturnsFuture(),
  builder: (BuildContext context, AsyncSnapshot snapshot) {
    if (snapshot.hasData) {
      //return widget showing success
    } else {
      //return waiting widget
    }
  },
),
```

### 5.3.6 StreamBuilder

StreamBuilder en FutureBuilder zijn bijna identieke concepten. StreamBuilder levert echter periodiek data, dus moet vaker geluisterd worden. De StreamBuilder-widget subscribes en unsubscribes automatisch op een stream. Wanneer een widget wordt gedispensed, moet men zich geen zorgen maken over het unsubscriben. StreamBuilder zorgt er dus met andere woorden voor dat memory leaks quasi niet kunnen voorkomen.

Listing 5.10: Flutter Stream example

```
StreamBuilder(
  stream: functionThatReturnsStream(),
```

```
builder: (BuildContext context, AsyncSnapshot snapshot) {  
    if (snapshot.connectionState == ConnectionState.waiting) {  
        //return waiting widget  
    } else if (snapshot.connectionState == ConnectionState.done) {  
        //return Widget showing success  
    } else {  
        //return Widget showing failure  
    }  
},  
)
```

## 5.4 Conclusion

Het is duidelijk dat Android, het meer ontwikkelde platform, ook meer opties aanbiedt. Dit maakt het platform toegankelijker voor programmeurs met verschillende achtergronden. Zij voelen zich sneller thuis in de gekende concepten. Aan de andere kant, als men nieuw is in het vak kan het aantal opties voor asynchroon werk nogal overweldigend overkomen. Hoewel er meerdere manieren zijn om hetzelfde te bereiken kan het moeilijk zijn om de beste of meest correcte optie te kiezen. Flutter biedt één overzichtelijke manier van asynchroon programmeren aan. Het is duidelijk, gemakkelijk en snel aan te leren. De integratie van futures en streams met widgets is duidelijk gedocumenteerd en vraagt niet veel werk. Desondanks is het wel mogelijk om complexe asynchrone taken uit te voeren. Echter blijken futures beter voor simpele taken. Complexe scenarios zullen snel de limieten bereiken.





## 6. Netwerkverzoeken

Wanneer een app gebruik wilt maken van niet lokale data moet een netwerk connectie tot stand brengen. Daarom is het voor elke nieuwe app ontwikkelaar belangrijk om op de hoogte te zijn van de werking hiervan.

### 6.1 Opzet

Voor dit deel van het onderzoek werd onder andere gebruik gemaakt van een online API en de al dan niet ingebouwde platform specifieke functionaliteiten voor het aanspreken van de services. Het onderzoek werd gevoerd gebruik makend van simpele, gratis, goed gedocumenteerde API's. In de onderzoeksapplicatie werden verschillende API calls gedaan die later in dit hoofdstuk worden beschreven.

Wanneer een Android app een netwerk verzoek wilt uitvoeren moet deze app eerst permissie hebben gekregen om het internet te gebruiken. Wegens Android privacy redenen kan de gebruiker dit dus uitzetten. Deze permissie dient toegevoegd te worden in het manifest.

Hierbij worden simpele codevoorbeelden toegevoegd om inzicht te verwerven in deze concepten.

### 6.2 Android

De meeste apps die in connectie staan met het netwerk maken gebruik van HTTP om data te versturen en te ontvangen over het internet. Android voorziet hiervoor twee clients:

URLConnection en Apache HTTP Client. Daarbuiten kunnen ook een aantal goed ontwikkelde frameworks gebruikt worden. Enkele van de libraries die hiervoor in Android makkelijk te gebruiken zijn, zijn OKHttp, Volley, Retrofit, Picasso, Fresco.

### 6.2.1 Googles HTTP clients

In de begin jaren van Android waren juist twee HTTP Clients beschikbaar. Beide waren niet goed geïntegreerd in het platform. HttpURLConnection had last van enkele bugs terwijl Apache Clients niet meer werd geüpdatet. Terwijl Google ervoor koos om Apache-based AndroidHttpClient later deprecated te maken besloten ze om de bugs in HttpURLConnection wel op te lossen. Binnen Android is dit een vlotte gemakkelijke manier om een netwerk request uit te voeren. Echter wordt deze al snel ingewikkeld als deze verder uitbreidt.

Listing 6.1: Sijpel Android HttpUrlCpnnnection voorbeeld

```
val url = URL("http://www.android.com/")
val urlConnection: HttpURLConnection
    = url.openConnection() as HttpURLConnection
try {
    val inp: InputStream
        = BufferedInputStream(urlConnection.getInputStream())
    //Do something with response
} finally {
    urlConnection.disconnect()
}
```

### 6.2.2 OKHttp

Google besloot uiteindelijk om de goed ondersteunde OKHttp library op te nemen in Android. Hierdoor konden ze, zoals hiervoor vermeld, de Apache library deprecated maken. Ondertussen heeft de OKHttp library al een heleboel extra features die netwerken gemakkelijker maken. Zo voorziet de library een goede oplossing voor asynchrone requests die sinds Android 3.0 op een aparte thread moeten worden uitgevoerd. Om vergelijkbare logica met HttpURLConnection te implementeren, zou een veel omvangrijkere implementatie moeten worden bedacht om AsyncTask-wrapper of afzonderlijke threads te gebruiken.

Listing 6.2: Sijpel Android OKHttp voorbeeld

```
val client = OkHttpClient()
val url = URL("http://www.android.com/")

fun run() {
    val request = Request.Builder()
        .url(url)
        .build()
}
```

```

        client.newCall(request).execute().use { response ->
            if (!response.isSuccessful)
                throw IOException("Unexpected code $response")
            //Do something with response
        }
    }
}

```

### 6.2.3 Volley

Na het zien van de snelle toename in populariteit van OKHttp, besloot Google om Volley te lanceren. Alles in Volley is voortgebouwd op HttpURLConnection. Ondanks de late release van de library, heeft deze zijn voor- en nadelen. Zo voorziet volley een paar handige opties zoals automatische planning van netwerkverzoeken, meerdere gelijktijdige netwerkverbindingen, ondersteuning voor prioritering van verzoeken maar maakt de library bijvoorbeeld gebruik van een hardcoded networking thread pool size.

Listing 6.3: Simpel Android Volley voorbeeld

```

val queue = Volley.newRequestQueue(this)
val url = "http://www.android.com/"

val stringRequest = StringRequest(Request.Method.GET, url,
    Response.Listener<String> { response ->
        //Do something with response
    },
    Response.ErrorListener {
        //Do something with error
    })

// Add the request to the RequestQueue.
queue.add(stringRequest)

```

### 6.2.4 Retrofit

Retrofit is een speciale HTTP-client voor Android en Java. De type-safe client maakt verbinding met een REST-webservice door de API te vertalen naar Java-interfaces. Deze krachtige library maakt het gemakkelijk om JSON- of XML-gegevens te gebruiken, omgezet in Plain Old Java Objects. De open-source Retrofit library heeft zijn basis bovenop enkele andere krachtige bibliotheken en tools gebouwd. Het maakt gebruik van OKHttp om netwerkverzoeken af te handelen.

Listing 6.4: Simpel Android Retrofit voorbeeld

```

data class SomeData(var property: String)

```

```

interface ApiInterface {
    @GET("/")
    fun get() : Call<List<SomeData>>

    companion object {
        val url = "...
        fun create() : ApiInterface {
            val retrofit = Retrofit.Builder()
                .addConverterFactory(GsonConverterFactory.create())
                .baseUrl(url)
                .build()
            return retrofit.create(ApiInterface::class.java)
        }
    }
}

val apiInterface = ApiInterface.create().get()

apiInterface.enqueue( object : Callback<List<SomeData>>{
    override fun onResponse(call: Call<List<SomeData>>?, response: Resp
        if(response?.body() != null)
            //Do something with result
    }
    override fun onFailure(call: Call<List<Movie>>?, t: Throwable?) {
        //Do something with error
    }
})

```

### Moshi

Moshi is een moderne JSON-bibliotheek voor Android en Java. Het maakt het gemakkelijk om JSON in Java-objecten om te zetten en het kan even gemakkelijk Java-objecten serialiseren naar JSON. Moshi heeft ingebouwde ondersteuning voor het lezen en schrijven van de belangrijkste gegevenstypen van Java: int, float, char... maar ook Arrays, Collections, Lists, Sets, Maps, Strings en Enums.

## 6.2.5 Picasso

Picasso is specifiek voor afbeeldingen, met een sterke HTTP downloading en caching library. Zowel Picasso als Retrofit kunnen worden geconfigureerd om OkHttpClient als de standaard HTTP-client te gebruiken.

Listing 6.5: Simpel Android Picasso voorbeeld

```

val imageUrl = "https://...jpg"
val imageView = findViewById<ImageView>(R.id.imageView)
Picasso.get().load(imageUrl).into(imageView)

```

### 6.2.6 Glide

Glide is een snel en efficiënt open source-framework voor mediabeheer en het laden van afbeeldingen. Deze library is vergelijkbaar met Picasso, maar voorziet een aantal extra features zoals GIF animaties en thumbnail generatie. Glide gebruikt standaard een aangepaste, op `URLConnection` gebaseerde stack, maar bevat in plaats daarvan ook utility libraries die kunnen worden verbonden met het Volley of `OkHttp`.

Listing 6.6: Sempel Android Glide voorbeeld

```
val url = "https://...jpg"
Glide.with(itemView)
    .load(url)
    .centerCrop()
    .placeholder(R.drawable.ic_image_place_holder)
    .error(R.drawable.ic_broken_image)
    .fallback(R.drawable.ic_no_image)
    .into(itemView.ivPhoto)
```

## 6.3 Flutter

Voor Flutter wordt vooral gebruik gemaakt van de `HTTP Package library`.

### 6.3.1 http

Deze package, uitgebracht door `dart`, bevat een reeks functies en klassen op hoog niveau die het gemakkelijk maken om `HTTP`-bronnen te gebruiken.

Listing 6.7: Sempel Flutter http voorbeeld

```
import 'package:http/http.dart' as http;
var result = await http.get(Uri.parse('https://flutterdevs.com'));
```

### 6.3.2 dio

Een krachtige `Http-client` voor `Dart`, die ondersteuning biedt voor interceptors, algemene configuratie, `FormData`, annulering van aanvragen, downloaden van bestanden, `time-out` enz.

Listing 6.8: Sempel Flutter dio voorbeeld

```
import 'package:dio/dio.dart';
void getHttp() async {
    try {
        var response = await Dio().get('http://www.google.com');
        print(response);
    }
}
```

```
    } catch (e) {  
        print(e);  
    }  
}
```

### 6.3.3 `cached_network_image`

Een Flutter library om afbeeldingen van het internet weer te geven en in de cachemap te bewaren. De `CachedNetworkImage` kan direct of via de `ImageProvider` worden gebruikt. Het bevat momenteel geen caching. Dit is een library die niet werd uitgebracht door Flutter of Dart maar is zeer populair onder de community en wordt goed onderhouden.

Listing 6.9: Simpel Flutter http voorbeeld

```
CachedNetworkImage(  
  imageUrl: "http://via.placeholder.com/350x150",  
  placeholder: (context, url) => CircularProgressIndicator(),  
  errorWidget: (context, url, error) => Icon(Icons.error),  
),
```

```
Image(image: CachedNetworkImageProvider(url))
```

## 6.4 Conclusie

Zoals in vorige hoofdstuk 5 ook het geval was, is ook hier Android veel rijker aan keuzes. De code complexiteit van deze netwerk opties was in Android vele malen complexer als in Flutter. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de libraries voor API calls minder gebruiksvriendelijk zijn. Flutter daarentegen biedt een simpele, overzichtelijke, goed gedocumenteerde manier voor het uitvoeren van API calls. De libraries zijn toegankelijk voor nieuwe ontwikkelaars.

## 7. App veiligheid

Security of beveiliging is vandaag de dag meer dan enkel een hot topic. Het is een nood en het moet een garantie zijn die aangeboden wordt aan de gebruiker. Doorheen de gehele applicatie is security een belangrijk aspect. Daarom is app beveiliging één van de grootste zorgen voor ontwikkelaars.

In dit hoofdstuk worden een aantal best practices aangehaald. Het is niet mogelijk om ze allemaal te noemen, dus werd een lijst gemaakt met de belangrijkste veiligheidsmaatregelen. Hierbij wordt ook vermeld hoe deze best practices geïmplementeerd worden op zowel native Android als Flutter apps.

## 7.1 Best-practices

### Bewaar gegevens op een veilige manier

De persoonlijke informatie van de gebruiker mag alleen op het apparaat blijven staan als dat nodig is en alleen toegankelijk worden gemaakt voor geautoriseerde gebruikers en processen. API-toegangstokens moeten bijvoorbeeld veilig op het apparaat worden opgeslagen. Android Keystore biedt de mogelijkheid om cryptografische sleutels in een container op te slaan, waardoor het moeilijker wordt voor ongeautoriseerde toegang. In Flutter biedt de plug-in `flutter_secure_storage` veilige opslag via de Android KeyStore. Voor een permanente opslag van eenvoudige gegevens is de plugin `shared_preferences` beschikbaar. Echter kan geen van beide platformen garanderen dat schrijfbewerkingen na terugkeer op schijf blijven staan; daarom mag de plug-in niet worden gebruikt voor het opslaan van kritieke gegevens. Ontwikkelaars kunnen besluiten om Flutter *platform channels* te gebruiken om platform specifieke API's aan te roepen.

### Houd SDK, services en dependencies up-to-date

De meeste apps gebruiken externe bibliotheken en apparaat informatie om gespecialiseerde taken uit te voeren. Door de afhankelijkheden van de app up-to-date te houden, worden deze communicatiepunten veiliger gemaakt. In Android kunnen dependencies worden geüpdatet via de `build.gradle` bestanden terwijl in Flutter deze worden geüpdatet met het `flutter pub upgrade` commando.

### Vraag alleen permissie voor wat je nodig hebt

Altijd om toestemming vragen wanneer het nodig is. Vraag geen toestemming voor permissies vanaf het begin van de app en vraag alleen naar wat nodig is. Sommige apps kunnen bijvoorbeeld vragen om toegang tot de GPS-locatie, hoewel geen van de functies dit vereist. Dit is een slechte manier van werken voor twee redenen. Ten eerste worden onnodige privégegevens verzamelt. Ten tweede kunnen hackers mogelijk ook toegang krijgen tot deze gegevens als deze niet correct worden geïmplementeerd. In Android worden permissies gevraagd aan de hand van een klein stuk code dat onder andere checkt of de permissie al is goedgekeurd of niet. Daarbij moet elke permissie in het manifest van de app worden vermeld. In Flutter kunnen permissies worden gevraagd aan de hand van method channels of de `permission_handler` plugin.

### Preventie van snapshots op de achtergrond

Apps die financiële informatie presenteren of betalingsfunctionaliteiten bieden, vereisen een hoger niveau van gegevensprivacy. Wanneer een app naar de achtergrond gaat, maakt het besturingssysteem een momentopname van de laatste zichtbare status om in de taakwisselaar te presenteren. Het is daarom gewenst om te voorkomen gegevens worden vastgelegd door snapshots op de achtergrond. Voor Android handelt de `FLAG_SECURE` vlag de inhoud van het venster op een veilige manier af, waardoor het niet in schermafbeeldingen verschijnt. Omdat het voorkomen van snapshots op de achtergrond nauw verbonden is met de levenscyclus van een applicatie, biedt Flutter geen plug-in voor het voorkomen van snapshots. Om dit te bereiken moeten ontwikkelaars vertrouwen op native API's.

### Detectie van geïllegaliseerde en geroofde apparaten

Bij geïllegaliseerde apparaten worden ingebouwde beveiligingsmaatregelen ondermijnd, wat



kwetsbaarheden introduceert en de persoonlijke informatie en inloggegevens van de gebruiker in gevaar kan brengen. Apps die persoonlijke informatie verwerken, mogen niet draaien op geïllegaliseerde apparaten wat jailbreak-detectie verplicht maakt voor veel apps. Jailbreak-detectie omvat het scannen op verdachte mappen, bestanden en codefragmenten, wat platformspecifiek is. Flutter's SDK ondersteunt deze functie niet, maar third party libraries die native code inpakken zoals `flutter_jailbreak_detection` en `root_checker` zijn beschikbaar. Voor meer flexibiliteit en vertrouwen is het beter om rechtstreeks het native framework te implementeren.

### **Code verduistering**

Strings en tekstbestanden in een app zijn relatief eenvoudig te bemachtigen en kunnen gevoelige informatie bevatten, zoals een API-sleutel. Een goed software ontwerp minimaliseert de kans op het lekken van gevoelige informatie. Mocht het onvermijdelijk worden om informatie op een dergelijke manier te verwerken in de app, dan moet code verduistering worden gebruikt. Code verduistering is een proces dat een uitvoerbaar bestand wijzigt of functie- en klasse namen verbergt, waardoor het moeilijk is om reverse-engineering toe te passen. Het beschermt het intellectuele eigendom van de klant en voorkomt ongeautoriseerde toegang, diefstal van inloggegevens of beveiligingsproblemen. Meestal wordt dit gedaan met native build-tools. Dart ondersteunt code verduistering, maar dit is nog niet grondig getest. Voor Android kan ProGuard gebruikt worden.

### **Netwerk veiligheid**

Apps die gegevens via internet verzenden en ontvangen, moeten gevoelige informatie beschermen tegen af luisteren en onbevoegde toegang. HTTPS, bekend als HTTP over TLS (Transport Layer Security), wordt vaak gebruikt om mobiel app-verkeer over te voeren vanwege de voordelen van gegevenscodering en authenticatie. Naast standaard TLS-configuraties kunnen functies zoals het vastzetten van certificaten en wederzijdse authenticatie de verbodingsbeveiliging verder verbeteren. Slecht geconfigureerde TLS-beveiligingsparameters, kunnen de verbinding kwetsbaar maken voor man-in-the-middle-aanvallen. De functie Network Security Configuration op Android stelt ontwikkelaars in staat zich af te melden voor cleartext-verkeer, dwingt het gebruik van HTTPS af en voorkomt dat de app niet-versleutelde HTTP-verbindingen krijgt van backend-servers. De `dart:io` bibliotheek van Flutter ondersteunt HTTPS-verbinding met TLS-certificaten en de `HttpClient`-klasse kan worden gebruikt om HTTPS-verzoeken te doen met een aangepast vertrouwd certificaat dat wordt beheerd door `SecurityContext`-objecten. API-calls in Flutter kunnen dus net zo veilig zijn als vanuit native frameworks.

### **Lokale authenticatie**

Biometrische authenticatie is niet nieuw op het gebied van mobiele technologie. Het vereist dat gebruikers biologische kenmerken zoals vingerafdruk, gezicht of iris te verifiëren. De integratie hiervan in een app verbetert de bescherming van de gevoelige informatie aanzienlijk. Flutter heeft de plug-in `local_auth` om lokale authenticatie op het apparaat te gebruiken. In vergelijking met native frameworks biedt `local_auth` meer generieke biometrische authenticatiefuncties die voldoen aan de basisbehoeften. Om een volledig aangepaste gebruikerservaring voor biometrische authenticatie te bouwen, is het native framework de beste keuze.

## 7.2 Conclusie

Hoe complex de app ook is en welk ontwikkelingsframework ook gekozen werd, beveiliging is de grootste zorg voor elke ontwikkelaar. Het is dus de moeite waard om wat tijd te besteden aan het lezen van veelvoorkomende maar belangrijke beveiligingsrisico's van apps en hoe deze kunnen aangepakt worden. Aangezien het gebruik van apps zal blijven toenemen, zal dit ook gelden voor de gevaren. De ontwikkelaar is dan verantwoordelijk om de gebruiker gerust te stellen door de beveiliging van de app te verhogen en ervoor te zorgen dat de informatie veilig blijft. Hoewel de beveiligingsopties van de native platformen talrijk zijn, moeten ontwikkelaars dezelfde mate van beveiliging kunnen bereiken met een combinatie van Flutter's framework, plug-ins en channeling naar native API's. Op dit moment vereist het ontwikkelen van Flutter apps nog steeds afzonderlijke codebases voor Android en iOS. Het combineren van Flutter UI-widgets met krachtige native frameworks heeft echter een voordeel: het stelt ontwikkelaars in staat om krachtige native applicaties voor beide platformen te bouwen zonder onder te doen aan de applicatiebeveiliging. In combinatie met native frameworks heeft Flutter het potentieel en de mogelijkheid om consumenten apps van hoge kwaliteit te leveren.

## 8. Toegankelijkheid van de frameworks

In dit hoofdstuk werd gekeken naar de toegankelijkheid van de frameworks. Dit schetst een beeld voor nieuwe ontwikkelaars die denken Flutter aan te leren.

### 8.1 Opzet

Voor het vinden van een antwoord op de

Er zijn verschillende manieren om de code complexiteit van een stuk code te bepalen. Veel van deze, hoewel ze een goede weergave van complexiteit opleveren, lenen zich niet voor gemakkelijke meting. Enkele van de meest gebruikte statistieken zijn:

- Cyclomatic complexity
- Halstead complexity measures
- Essential complexity

Voor dit deel van het onderzoek werd geen gebruik gemaakt van deze algoritmes, daarvoor waren de onderzoeksapplicaties te klein. Dit zou leiden insignificante verschillen in de resultaten. In plaats daarvan werd een notificatie lijst gemaakt. De opbouw van de code, het aantal lijnen code en de ontwikkelingstijd werden hierbij in rekening gehouden. Deze werden vergeleken om zo tot een conclusie te komen.

Figuur 8.1: Android Activity code snippet voor het maken van een notificatielijst

```

package com.example.bap_experiment_android.ui.hoofdstuk7.activity

import android.content.Context
import android.content.Intent
import android.os.Bundle
import android.widget.ArrayAdapter
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import androidx.lifecycle.ViewModelProvider
import kotlinx.android.synthetic.main.activity_hoofdstuk7.*
import com.example.bap_experiment_android.R
import com.example.bap_experiment_android.ui.hoofdstuk7.viewmodel.Hoofdstuk7ViewModel

class Hoofdstuk7Activity : AppCompatActivity() {

    private lateinit var viewModel: Hoofdstuk7ViewModel

    companion object {

        fun getIntent(context: Context): Intent {
            return Intent(context, Hoofdstuk7Activity::class.java)
        }
    }

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_hoofdstuk7)

        val viewModelFactory = Hoofdstuk7ViewModel.Factory()
        viewModel = ViewModelProvider( owner: this, viewModelFactory).get(Hoofdstuk7ViewModel::class.java)

        val list = Array<String>( size: 20) { _ -> "notification" }
        notifications.adapter = ArrayAdapter<String>( context: this, R.layout.list_item_notification, list)
    }
}

```

Figuur 8.2: Flutter code snippet voor het maken van een notificatielijst

```
import 'package:flutter/material.dart';

class H7 extends StatelessWidget {
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      appBar: AppBar(
        title: Text("Chapter 7 Code complexity"),
      ), // AppBar
      body: Container(
        child: Padding(
          padding: EdgeInsets.only(top: 50.0, bottom: 40),
          child: ListView.builder(
            itemCount: 20,
            itemBuilder: (context, index) {
              return Container(
                decoration: BoxDecoration(
                  border: Border(
                    bottom: BorderSide(
                      style: BorderStyle.solid, color: Colors.black12), // BorderSide
                    ), // Border, BoxDecoration
                child: ListTile(
                  contentPadding: EdgeInsets.only(left: 15),
                  title: Text("Notification"),
                ), // ListTile
              ); // Container
            }, // ListView.builder
          ), // Padding
        ), // Container
      ); // Scaffold
    }
  }
}
```

Tabel 8.1: Ontwikkelingstijd voor elke applicatie

	Totaal
Android	37 minuten
Flutter	42 minuten

## 8.2 Resultaten

### Lijnen code

De Flutter notificatielijst bedroeg één bestand met daarin 33 lijnen code terwijl de Android notificatielijst drie bestanden nodig had. Het eerste was de Activity, deze bevatte 25 lijnen code. Vervolgens was een `list_item` view nodig, deze bevatte 7 lijnen code. Als laatste was er nog de list view die 10 lijnen bevatte.

### Code complexiteit

Figuur 8.2 laat zien dat de Flutter layout en de functionele code in hetzelfde codeblok worden geschreven. Volgens de Flutter slogan 'alles is een Widget' werd een hiërarchische structuur van Widgets opgebouwd. Hierbij werd elke child Widget genest zodat de diepste widget 8 niveaus lager zat als de buitenste Scaffold Widget. Deze Scaffold bevindt zich in de build Widget die beschrijft hoe de UI moet worden opgebouwd. Android daarentegen verdeelt de layout en functionele logica in verschillende bestanden. Zo werd in de Activity alle functionele code geschreven, terwijl het lijst xml bestand gebruikt werd voor de opbouw van de lijst layout en het lijst\_item xml bestand gebruikt werd voor de opbouw van de lijst item layout. In Android wordt de Activity klasse aangesproken bij het navigeren. Deze is dan verantwoordelijk voor het *inflaten* van de layouts en het linken van de viewmodel met de Activity. Dit alles gebeurt in de onCreate functie. Zie figuur ???. Voor beide platformen beschikken over duidelijk documentatie.

### ontwikkelingstijd

Zoals te zien valt in tabel 8.1, is het meeste tijd naar de ontwikkeling van de native Android app gegaan. De toegankelijkheid van Dart samen met krachtige simpliciteit van Flutter leidde tot een snelle vooruitgang binnen de ontwikkeling van de onderzoeksapplicatie. De hot reload functionaliteit die het toelaat om een applicatie in enkele seconden up te daten op basis van wijzigingen in de codebase is dan ook een goede bijdrage aan het platform. Android daarentegen verwacht meer boilerplate code met een vaste structuur. De opbouw van een layout is gemakkelijk met de drag en drop functionaliteit, maar het linken van deze views aan code is dan weer moeilijker.

## 8.3 Conclusie

In conclusie neemt Flutter de bovenhand. Voor nieuwe ontwikkelaars kan de verdeling van functionaliteit een hinderblok vormen. De verschillende bestanden in Android elk met hun eigen doel kan voor verwarring zorgen. In dit onderzoek werd daarbij ook geen gebruik gemaakt van de ViewModel voor een correcte MVVM structuur. Daarom is Flut-

ter in dit geval een toegankelijker optie.

Op vlak van code complexiteit kunnen ze als evenwaardig

Wanneer het aankwam op ontwikkelingstijd van de applicatie neemt Flutter opnieuw de bovenhand. De onderzoeker had geen voorkennis in Flutter en was in staat dezelfde Android layout na te maken. De verschillen in ontwikkeltijd zijn klein als in rekening wordt gehouden dat de onderzoeker een degelijke Android voorkennis had maar dus geen Flutter voorkennis. Hieruit kan geconstateerd worden dat Flutter toegankelijk is voor nieuwe ontwikkelaars, zeker in vergelijking met Android dat een steilere leercurve heeft.





## 9. Tooling

Een besturingssysteem is een interface tussen de gebruiker en de hardwarecomponenten. Het voert verschillende taken uit. Een besturingssysteem biedt de gebruiker een Graphical User Interface (GUI) of Command Line Interface (CLI) aan om taken uit te voeren. Sommige besturingssystemen bieden alleen een CLI of GUI aan, terwijl andere zowel GUI als CLI aanbieden. Een GUI bestaat uit bedieningselementen of widgets om met de computer te communiceren. Aan de andere kant moet de gebruiker bij gebruik van de CLI opdrachten invoeren om de taken uit te voeren. Over het algemeen is GUI gebruiksvriendelijker, maar de uitvoeringssnelheid is hoger in CLI.

Een CLI opdracht wordt dus uitgevoerd aan de hand van een commando.

Nu is het mogelijk om een aantal extra commandos te installeren die deel uitmaken van een overkoepelende tool.

Dit hoofdstuk onderzoekt de verschillende commandos van de Flutter tool en vergelijkt deze met de verschillende Android tools en hun gelijkende commandos.

## 9.1 Opzet

Een Software Development Kit (SDK) is een verzameling softwareontwikkelingstools in één installeerbaar pakket. Ze vergemakkelijken het maken van applicaties door een compiler, debugger en misschien een softwareframework te bevatten. Ze zijn normaal gesproken specifiek voor een combinatie van hardwareplatform en besturingssysteem. Een SDK voorziet een set tools, bibliotheken, relevante documentatie, codevoorbeelden, processen en/of handleidingen waarmee ontwikkelaars softwaretoepassingen op een specifiek platform kunnen maken.

## 9.2 Android

De Android SDK bestaat uit meerdere tools die nodig zijn voor app-ontwikkeling. De tools kunnen geïnstalleerd en bijgewerkt worden met SDK Manager van Android Studio of de command line tool sdkmanager. Alle tools worden gedownload naar de Android SDK-map. Aangezien de aard van het onderzoek een vergelijkende studie is werden hier enkel de commandos aangehaald met een Flutter tegengestelde. Het aanhalen van alle commandos voor elke tool zou te veel en niet interessant zijn.

<b>Android SDK Command-Line Tools</b> (android_sdk/cmdline-tools/version/bin/)	
apkanalyzer	Geeft inzicht in de opbouw van de APK nadat het build proces klaar is.
avdmanager	Staat het toe om Android Virtual Devices (AVD's) te maken en beheren vanaf de command line.
lint	Scant de code en helpt bij het identificeren en corrigeren van problemen met de structurele kwaliteit.
sdkmanager	Staat het toe om Android SDK packages te installeren, te updaten en te verwijderen.

<b>Android SDK Build Tools</b> (android_sdk/build-tools/version/)	
Deze package is vereist om Android apps te bouwen. De meeste tools in deze package worden aangeroepen door de build-tools.	
aapt2	Parses, indexes en compiles Android resources in een binair formaat dat is geoptimaliseerd voor het Android-platform en verpakt de gecompileerde resources in een enkele uitvoer.
apksigner	Ondertekend APK's en controleert of de APK handtekeningen met succes zullen worden geverifieerd op alle platform versies die een bepaalde APK ondersteunt.
zipalign	Optimaliseert APK-bestanden door ervoor te zorgen dat alle niet-gecomprimeerde gegevens beginnen met een bepaalde uitlijning ten opzichte van het begin van het bestand.

<b>Android Emulator</b> (android_sdk/emulator/)	
Deze package is vereist om de Android Emulator te gebruiken.	
emulator	Een op QEMU gebaseerde apparaat emulatie tool die kan gebruikt worden om de applicaties te debuggen en te testen in een echte Android-runtime omgeving.

  

<b>Android SDK Platform Tools</b> (android_sdk/build-tools/version)	
Deze tools worden bijgewerkt voor elke nieuwe versie van het Android-platform om nieuwe functies te ondersteunen (en soms om de tools te verbeteren) en elke update is achterwaarts compatibel met oudere platformversies.	
adb	Android Debug Bridge (adb) is een veelzijdige tool waarmee de status van een emulator of Android-apparaat kan beheert worden. Het kan ook gebruikt worden om een APK op een apparaat te installeren.
logcat	Is een tool die via adb wordt aangeroepen om app- en systeem logs te bekijken.

## 9.3 Flutter

De Flutter command-line tool is hoe ontwikkelaars (en IDEs aangestuurd door ontwikkelaars) omgaan met Flutter.

Voor het kunnen werken met Flutter moet dus eerst de Flutter SDK geïnstalleerd worden. Deze SDK bevat onder andere een aantal commandos die kunnen uitgevoerd worden in de terminal. Flutter commandos worden voorafgegaan door het flutter keyword. Zo weet het besturingssysteem dat een commando wordt gebruikt van de flutter tool.

De dart-tool is een command line interface voor de Dart SDK. De tool is beschikbaar, ongeacht hoe de Dart SDK gedownload werd (expliciete download of alleen de Flutter SDK downloadt). Indien het mogelijk is om de flutter tool te gebruiken is dit het betere alternatief.

Hieronder staat een lijst met de mogelijke flutter en dart commandos.

Flutter command-line tool (android_sdk/build-tools/version)	
Deze commando's worden als volgt opgebouwd: flutter <commando> <optie> <parameter>	
analyze	Analyseert de Dart broncode van het project. Gebruik dit in plaats van dartanalyzer.
assemble	Verzamel en maak Flutter resources.
attach	Verbind het toestel met een draaiende applicatie
build	Flutter build commando's
channel	Toont een lijst van mogelijke flutter channels, of verander van channel.
config	Configureer Flutter instellingen. Om een instelling te verwijderen, configureer deze als een lege string.
create	Maakt een nieuw project aan.
devices	Maakt een lijst van alle aangesloten apparaten.
doctor	Toont informatie over de geïnstalleerde tooling.
downgrade	Downgrade Flutter naar de laatste actieve versie voor de huidige channel.
drive	Voert Flutter Driver-tests uit voor het huidige project.
emulators	Lijst, start en maak emulators.
format	Formateert Flutter broncode. Gebruik dit in plaats van dartfmt.
gen-l10n	Genereert localizations voor het Flutter-project.
install	Installeer een Flutter app op een aangesloten apparaat.
logs	Toon log uitvoer voor draaiende Flutter apps.
pub	Werkt met packages.
run	Voert een Flutter applicatie uit
symbolize	Symboliseer een stacktracing van de door AOT gecompileerde Flutter applicatie.
test	Voert tests uit in de huidige package.
upgrade	Upgrade Flutter.

Dart command-line tools (bin/dart)	
Deze commando's worden als volgt opgebouwd: dart <commando> <optie> <parameter>	
analyze	Analyseert de Dart broncode van het project.
compile	Compileert Dart naar verschillende formaten.
create	Maakt een nieuw project
fix	Past geautomatiseerde oplossingen toe op de Dart broncode.
format	Formateert Dart broncode.
migrate	Ondersteunt migratie naar null-safety.
pub	Werkt met packages.
run	Voert een Dart programma uit
test	Voert tests uit in de huidige package
(leeg)	Voert een Dart-programma uit; identiek aan de reeds bestaande Dart VM-opdracht.

## 9.4 Conclusie

Aangezien Flutter geen toegewijde IDE heeft moeten meer commando's uitgevoerd worden in de terminal.



## 10. Appendix

### 10.1 Hello world template

De eerste Flutter app gemaakt in het kader van dit onderzoek was een welbekende en gebruikelijke Hello world applicatie. Een Hello world app klinkt alle ontwikkelaars bekend in de oren. Het is namelijk een standaard template die niet meer doet dan het tonen van een Hello World tekst op een scherm. Het is zeer minimaal in aantal lijnen code, wat ergens wel logisch is, en zorgt voor een heel kleine, compacte APK.

### 10.2 ABI

Verschillende Android apparaten gebruiken verschillende CPU's, die op hun beurt verschillende instructiesets ondersteunen. Elke combinatie van CPU en instructieset heeft zijn eigen Application Binary Interface (ABI). In tabel 10.1 kan een lijst worden gevonden met de Android ondersteunde ABIs

### 10.3 Opstart procedures van een applicatie

Een cold start houdt in dat de applicatie vanaf nul opgestart wordt. Het systeem heeft namelijk, tot nu, nog niks gedaan om de applicatie zijn proces te starten. Cold starts komen voor wanneer het systeem net opgestart is of dat het systeem de applicatie net zelf afgesloten heeft (bijvoorbeeld omdat het systeem geheugen te kort had). Bij de cold start van een applicatie moet het systeem volgende stappen ondernemen:

Tabel 10.1: Ondersteunde Android ABI's

ABI	Ondersteunde instructieset
armeabi-v7a	armeabi Thumb-2 VFPv3-D16
arm64-v8a	AArch64
x86	x86 (IA-32) MMX SSE/2/3 SSSE3
x86_64	x86-64 MMX SSE/2/3 SSSE3 SSE4.1, 4.2 POPCNT

1. Laden en lanceren van de applicatie
2. Tonen van een blanco start venster voor de applicatie direct na het lanceren ervan
3. Creëren van het applicatie proces

Van zodra het systeem klaar is met het creëren van het hierboven vermeld applicatie proces, is het de verantwoordelijkheid van de applicatie om de volgende stappen in zijn *lifecycle* te ondernemen. Deze *lifecycle* ligt echter buiten de scope van dit onderzoek.

Een hot start is een andere vorm hoe de applicatie opgestart kan worden. Deze vorm is veel eenvoudiger en vergt minder werk als een cold start. Het enige wat het systeem bij een hot start dient te doen is de view naar de voorgrond brengen. Wanneer alle activiteiten van de applicatie nog in het geheugen aanwezig zijn, kan de applicatie enkele stappen in het opstart proces vermijden. Dit heeft als gevolg dat het opstarten van de applicatie een pak sneller gaat.

Een warm start dan ten slotte, is een combinatie van de cold en hot start. Er zijn verschillende toestanden die als warm start kunnen bekeken worden. Wanneer een gebruiker weg navigeert van de applicatie en vervolgens direct de applicatie opnieuw opstart, kan dit beschouwd worden als een warm start. Het proces kan mogelijks verder blijven lopen, maar de applicatie moet de view opnieuw creëren vanaf nul. Een ander voorbeeld van een warm start is wanneer het systeem de applicatie uit het geheugen verwijdt, maar de gebruiker de applicatie terug opstart. Het proces en de view moeten opnieuw gestart worden, maar het systeem kan enigszins profiteren van de opgeslagen instantiebundel.



## 10.4 Threads

De dag van vandaag hebben smartphones meerdere processoren voor het uitvoeren van taken of processen. Deze processoren zijn in staat om verschillende taken gelijktijdig uit te voeren. Dit noemt men *multi-processing*.

Om de processoren efficiënter te gebruiken kan het besturingssysteem een applicatie verplichten om meer dan één thread van uitvoering te creëren binnen een proces. Dit noemt men *multi-threading*. Dit kan vergeleken worden met het lezen van meerdere boeken tegelijkertijd en wisselen tussen elk boek achter een hoofdstuk. In dit scenario is de lezer gelijk aan de processor, alle boeken samen zijn gelijk aan het uit te voeren proces, één boek gelijk aan een thread en het lezen van dat boek gelijk aan het uitvoeren van een thread. Het is echter niet mogelijk om in meerdere boeken tegelijkertijd te lezen.

Voor het beheren van deze threads is veel overhead nodig. Zo is er nood aan een *Scheduler*. Deze kijkt onder andere naar prioriteit van alle threads maar houdt ook rekening met het uitvoeren en finaliseren van al deze threads. Vervolgens is er de *Dispatcher*, deze houdt zich bezig met het aanmaken van threads. In het voorbeeld kan dit vergeleken worden met een persoon die de boeken die gelezen dienen te worden, bezorgt en een context aanbiedt waarin dit moet gebeuren. De context kan vergeleken worden met een speciale lees kamer. Sommige contexts zijn beter voor UI taken, andere beter voor I/O taken.

Ook is interessant om weten dat gebruikers applicaties meestal een *main thread* hebben. Deze wordt uitgevoerd in de voorgrond en kan andere threads dispatchen in de achtergrond.

## 10.5 Asynchroon vs concurrency vs parallelisme vs threads

Binnen asynchroon programmeren komen een aantal termen vaak terug. Zo zijn de vier belangrijkste concurrency, parallelisme, asynchrone taken en threads. Concurrency verwijst naar het beheren van meerdere uitvoeringsthreads, waarbij parallelisme meer specifiek is, meerdere uitvoeringsthreads die tegelijkertijd worden uitgevoerd. Concurrency is de bredere term die parallelisme kan omvatten. Asynchrone methoden zijn niet direct gerelateerd aan de vorige twee concepten, asynchroon wordt gebruikt om de indruk te wekken van gelijktijdige of parallelle taken, maar in feite wordt normaal gesproken een asynchrone methode aanroep gebruikt voor een proces dat werk moet doen buiten de huidige applicatie en de applicatie niet wilt geblokt worden in afwachting van het antwoord. Een thread is de kleinste opeenvolging van geprogrammeerde instructies die onafhankelijk van elkaar kunnen worden beheerd.



## 11. Conclusie

Voor elk van voorgaande onderzoekscriteria kan gezegd worden dat Flutter een goed, als niet beter alternatief biedt op native Android. Het lijkt de betere optie te zijn voor kleinschalige apps, minder boilerplate code en een minder steile leercurve. Het grootste voordeel dat Flutter biedt tegenover Android is de enkele codebase die kan gecompileerd worden naar Android- maar ook iOS- en web applicaties. Dit kunnen de meeste cross-platform systemen en is dus niet eigen aan Flutter. Een ander Flutter specifiek voordeel is de hot reload functionaliteit die de ontwikkelcyclus zoveel sneller maakt. Nog een voordeel van Flutter is de overzichtelijke documentatie en een groepering van alle verschillende packages op één site. Al kan het moeilijk zijn om specifieke goed ondersteunde packages te vinden. Indien geen implementatie voorzien is van een bepaalde feature in Flutter, is het nog steeds mogelijk om native code te schrijven en dus de feature toch te implementeren. Een aantal nadelen van Flutter zijn het verloren gaan van de native look en feel. Maar ook de nieuwe iOS en Android features die pas later worden toegevoegd.

Het is moeilijk te bepalen of Flutter al matuur genoeg is om te gebruiken in de professionele sector. Het is belangrijk om rekening te houden met de omvang van de applicaties. De apps ontwikkeld voor dit onderzoek bevatten geen complexe features. De resultaten en conclusies van dit onderzoek slaan dus alleen op kleine Flutter apps. Grootschalige applicaties met complexe features zouden een andere kijk op het systeem kunnen geven. Het maken van een complexe applicatie viel buiten de scope van het onderzoek. Wel kan gezegd worden dat voor kleinschalige applicaties met simpele features Flutter een goed alternatief biedt op Android. De snelle vooruitgang, de grote gebruikersbasis en de vele updates binnen het platform geven ook teken van een positieve toekomst.

Flutter was zeer toegankelijk voor nieuwe developers. Voor moeilijke concepten zoals asynchrone taken voorziet flutter simpele oplossingen die gemakkelijk aan te leren zijn.

Indien iets niet duidelijk is kan ook altijd terug gevallen worden op de uitgebreide documentatie. De diepe nesting van Widgets kan in het begin ingewikkeld lijken maar is een concept dat snel duidelijk wordt. Het kan voor nieuwe ontwikkelaars soms beangstigend zijn om via de terminal te werken. Kleine simpele Flutter apps kunnen geschreven worden zonder kennis van Android of iOS, wat veel tijd uitspaart. Echter vergt Flutter wel kennis over onderliggende frameworks wanneer men complexere Flutter apps begint te ontwikkelen. Daarom is het niet aangeraden om zonder voorkennis in applicatieontwikkeling, Flutter apps te ontwikkelen.

Ook zijn bepaalde delen van het onderzoek open voor discussie. Zowel de resultaten van CPU gebruik als die van opstartsnelheid worden in vraag gesteld. Zo werden niet alle omgevingsvariabelen weg gehaald voor en tijdens het onderzoek. Deze conclusie ligt in lijn met de hypothesen op de onderzoeksvragen. De literatuurstudie gaf duidelijk inzicht in het Flutter framework, hieruit kon een objectief beeld gevormd worden over de werking en de voor- en nadelen van de Flutter stack.

Dit onderzoek spitste zich toe op het vergelijken van native Android apps met Flutter apps, echter viel een vergelijking met iOS buiten deze scope. In verder onderzoek zou deze vergelijking kunnen gemaakt worden. Hieruit kan dan een volwaardig beeld worden geschetst van de huidige stand van het Flutter framework tegenover native ontwikkeling. Daarnaast kan verder onderzoek gedaan worden naar Flutter app performantie. Deze metric zal normaal blijven verbeteren naarmate het platform groeit. Om dit te kunnen toetsen is toekomstig onderzoek een must. Door deze performantie resultaten te vergelijken over de jaren heen kan gekeken worden naar de groei van Flutter. Als laatste kan de schaalbaarheid van Flutter apps een interessant onderzoeksdomain vormen voor de bedrijfswereld. Professionele apps bevatten meestal veel complexe features die Android op een goede manier integreert. Indien Flutter meer tractie wenst te krijgen moet het een uitwerking of alternatief kunnen bieden voor elke van deze features.

# 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 Introductie

De alom bekende smartphones zijn de dag van vandaag niet meer weg te denken en hoewel de markt verzadigd is, kunnen verschillende gelijkenissen getrokken worden tussen de toestellen. Allereerst maakt elk toestel gebruik van een besturingssysteem; voor Apple is dit iOS, terwijl Samsung het Android besturingssysteem gebruikt. Een ander aspect dat ze delen, is het gebruik van mobiele apps. Alvorens een ontwikkelaar begint met het schrijven van een app zal hij eerst moeten kiezen op welk(e) besturingssysteem/besturingssystemen deze app zal draaien. Uit deze keuze komen twee mogelijkheden voort.

Enerzijds native app ontwikkeling, dit zijn apps die rechtstreeks ontwikkeld worden voor een bepaald besturingssysteem. Anderzijds cross-platform app ontwikkeling, dit zijn apps die ontwikkeld en vervolgens gecompileerd kunnen worden voor meerdere besturingssystemen. Een aantal jaar geleden was dit een voor de hand liggende keuze, aangezien cross-platform ontwikkeling nog in zijn jonge schoentjes stond. Tegenwoordig wordt het aanzien als een kost besparend alternatief door het hergebruik van resources. Onder cross-platform ontwikkeling vinden we verschillende frameworks terug die kunnen gebruikt worden. De grootste zijn: Flutter, Xamarin, React Native en Ionic. Dit onderzoek zal zich toespitsen op Flutter, een jong ontwikkelingsplatform waar momenteel relatief weinig onderzoek naar verricht werd. Desondanks heeft het platform veel potentieel en

een snelgroeïende gebruikersbasis. Dit onderzoek zal een beeld schetsen van de voor- en nadelen van beide platformen. Het softwareontwikkelingsbedrijf NextApps, wil met behulp van de resultaten van dit onderzoek een beter inzicht krijgen in de werking van cross-platform development met het Flutter framework. Dit onderzoek zal een antwoord proberen vormen op de volgende onderzoeksvragen: Wat zijn de voor- en nadelen van app ontwikkeling in Flutter in vergelijking met native Android?, Is Flutter al matuur genoeg om te aanschouwen als volwaardig alternatief op native app ontwikkeling?, Is Flutter toegankelijker voor nieuwe ontwikkelaars?.

## A.2 State-of-the-art

Flutter, ontwikkeld door Google, is een relatief jong framework waarin, volgens de site<sup>1</sup>, mooie, native gecompileerde mobiele-, web- en desktopapplicaties kunnen ontwikkeld worden. Het platform werd aangekondigd door Google in 2015, maar was pas echt gangbaar in december 2018 toen de eerste stabiele versie uitkwam. Flutter is opensource, wat wil zeggen dat er vrije toegang is tot de bronmaterialen. Dit zorgt voor een verdere ontwikkeling van het framework en bevordert een hoog niveau van innovatie. De jonge aard van Flutter betekent anderzijds dat nog niet veel research over het framework verschenen is. De meeste papers en artikels vergelijken de verschillende cross-platform frameworks onderling om zo een beeld te schetsen van alle voor- en nadelen van elk platform. Dit helpt bij het kiezen van een cross-platform framework maar beantwoordt niet de vraag: zou het beter zou zijn om een app native te ontwikkelen?

Het onderzoek zal gebruik maken van drie recente papers die soortgelijke onderzoeksvragen hadden. De eerst paper, van onderzoeker Bracke (2020); vertoont verscheidene gelijkenissen met de onderzoeksvragen van deze paper en onderzocht Flutter tegenover native Android ontwikkeling. De tweede paper van Olsson (2020); onderzoekt het Flutter framework tegenover native app ontwikkeling, wat betekend dat het onderzoek ook rekening houdt met iOS, wat deze paper niet zal doen. De laatste paper van Cheon en Chavez (2020); is een paper over de creatie van een Flutter app uit een reeds bestaande Android app. Voor de ontwikkeling van de Flutter app, zal de gids van Payne (2019) gebruik worden. Verder biedt de Flutter site<sup>2</sup> duidelijke en overzichtelijke documentatie aan.

## A.3 Methodologie

De uitvoering van het experiment van dit onderzoek omvat het schrijven van twee applicaties. De eerste app zal geschreven worden in het Flutter framework, gebruikmakend van de Dart programmeertaal. De andere app zal geschreven worden in native Android,

---

<sup>1</sup><https://flutter.dev>

<sup>2</sup><https://flutter.dev/docs>

gebruikmakend van Kotlin<sup>3</sup>. Als onderdeel van het uit te voeren experiment, zal het schrijven van beide applicaties gedocumenteerd worden. Het onderzoek zal een finale conclusie vormen op de onderzoeksvragen, gebaseerd op de analyse van de onderzoeksresultaten. Op basis van deze resultaten kan het Flutter platform worden beoordeeld. Ten slotte zal het onderzoek de voor- en nadelen van elk systeem oplijsten.

Beide apps zullen ontwikkeld worden met de Android SDK. De twee apps zullen ook op een gelijkaardige manier ontworpen worden om de user experience tussen de twee apps zo gelijk mogelijk te houden. Als maatstaaf voor de ontwikkelde applicaties worden een aantal minimumvereiste opgelegd zoals een goede performantie en een mooie visuele samenhang. Bij het schrijven van de applicaties zullen verscheidene aspecten bekeken en vergeleken worden. Het onderzoek zal gebruik maken van een lijst met richtlijnen. Deze zullen vermelden wat de vooropgestelde functionaliteiten van de apps zullen zijn.

De te vergelijken aspecten:

- Grootte van de uitvoeringsbestanden en opstartsnelheid van de app
- CPU gebruik van de app
- Gebruik van online APIs
- Security
- Beschikbare libraries en code complexiteit
- Creatie van views
- Asynchroon werken
- Beschikbare tools

## A.4 Verwachte Resultaten

Uit eerdere onderzoeken blijkt Native app ontwikkeling een beter alternatief te bieden op vlak van performantie en opstartsnelheid. Een Flutter APK moet volgende zaken bevatten: de core engine, Java-, app- en framework code, het licentie bestand en ICU data. Een Flutter APK heeft een minimale grote van 4.7MB omdat het zijn eigen resources nodig heeft. Ook zal rekening gehouden worden met de leeftijd van het Flutter platform, hier worden nog wat imperfecties verwacht. Door het grote potentieel en de vele steun die Flutter heeft, zal dit naar de toekomst toe, hoogstwaarschijnlijk worden opgelost. Van Flutter wordt verwacht dat het toegankelijker is voor nieuwe applicatieontwikkelaars. Ook wordt verwacht dat Flutter de bovenhand zal nemen op vlak van code complexiteit en creatie van views.

---

<sup>3</sup><https://kotlinlang.org>

## **A.5 Verwachte conclusies**

Op basis van de resultaten van het onderzoek zal een conclusie op de onderzoeksvragen gevormd worden. In essentie zal deze conclusie antwoorden op de vraag, is Flutter al ver genoeg ontwikkeld om aanschouwd te worden als volwaardige tegenhanger van native development? Gebruikmakend van de lijst met richtlijnen en de behaalde scores, zal hier hopelijk een duidelijk antwoord gegeven worden.



## Bibliografie

- Bracke, N. (2020). *Android Native Development in Kotlin versus het Flutter Framework, een vergelijkende studie*. [https://scriptie.hogent.be/2019-2020/322\\_201639090\\_PBA-TIN\\_scriptie.pdf](https://scriptie.hogent.be/2019-2020/322_201639090_PBA-TIN_scriptie.pdf)
- Cheon, Y. & Chavez, C. (2020). *Creating Flutter Apps from Native Android Apps* (masterscriptie). University of Texas at El Paso. [https://scholarworks.utep.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2485&context=cs\\_techrep](https://scholarworks.utep.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2485&context=cs_techrep)
- Dang, D. & Skelton, D. (2019). Teaching mobile app development: choosing the best development tools in practical labs: Proceedings of the 10th Annual Conference of Computing and Information Technology Education and Research in New Zealand (D. E. Erturk, Red.). *ITx New Zealand's Conference of IT*, 26–31. [https://www.researchgate.net/profile/Hanif\\_Deylami/publication/344217702\\_Recent\\_educational\\_developments\\_in\\_Cyber\\_Security/links/5f5d5404299bf1d43cff9236/Recent-educational-developments-in-Cyber-Security.pdf#page=28](https://www.researchgate.net/profile/Hanif_Deylami/publication/344217702_Recent_educational_developments_in_Cyber_Security/links/5f5d5404299bf1d43cff9236/Recent-educational-developments-in-Cyber-Security.pdf#page=28)
- De Pauw, S. (2021, augustus 27). *Broncode applicaties*. <https://github.com/SebastienDePauw/BachelorProef-2020-2021>
- Faust, S. (2020, januari 31). *Using Google's Flutter Framework for the Development of a Large-Scale Reference Application* (masterscriptie). Technical University Cologne. <https://epb.bibl.th-koeln.de/frontdoor/deliver/index/docId/1498/file/flutter-for-the-dev-of-large-scale-ref-app.pdf>
- Fayzullaev, J. (2018). *Native-like Cross-Platform Mobile Development* (masterscriptie). University of Applied Sciences Xamk South-Eastern Finland. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/148975/thesis\\_Jakhongir\\_Fayzullaev.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/148975/thesis_Jakhongir_Fayzullaev.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Flutter. (g.d.). *Flutter documentatie*. <https://flutter.dev/docs>
- Flutter. (2021, maart 4). *Flutter Engage 2021*. Flutter. <https://www.youtube.com/watch?v=yll3SNXvQCw>

- Google. (g.d.). *Android documentatie*. <https://developer.android.com>
- Latture, A. D. (2020, april 11). *Backdrop: An Exploration of Flutter* (onderzoeksrap.). Grand Valley State University. <https://scholarworks.gvsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1346&context=cistechlib>
- Olsson, M. (2020, juni 13). *A Comparison of Performance and Looks Between Flutter and Native Applications: When to prefer Flutter over native in mobile application development*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1442804/FULLTEXT01.pdf>
- Payne, R. (2019). *Beginning App Development with Flutter: Create Cross-Platform Mobile Apps*. Apress.