

SCRIPTIE

COLLECTIEVE INTERNET SNELHEIDSVERGELIJKER VOOR MOBIELE TELEFOONS

Datum:	16-12-2014
Bedrijf:	Synleaf
Plaats:	Hilversum
Naam student:	Daniël Spee
Studentnummer:	1604353
Hogeschool:	Hogeschool Utrecht
Opleiding:	Informatica – Software Engineering (voltijd)
Versie:	1.0
Bedrijfsbegeleider:	An Ramkisoen
Docentbegeleider:	Peter van Rooijen
1e examiner:	Rory Sie

MANAGEMENTSAMENVATTING

Dit document beschrijft het verloop van het afstudeerproject van Daniël Spee, uitgevoerd bij Synleaf te Hilversum.

Synleaf richt zich op het ontwikkelen van software welke informatie real-time beschikbaar maakt. Huidige projecten zijn allemaal binnengehaald doordat Synleaf heeft aan kunnen tonen welke kennis het in huis heeft. Bij de uitvoering van een van die projecten is naar voren gekomen dat er interesse is in een collectieve mobiele internetsnelheidsmeting. Op dit gebied zijn er alleen oplossingen om dit individueel te meten en is er geen mogelijkheid om gebruikers dit real-time met elkaar te laten vergelijken. Een uitgelezen kans voor Synleaf om te bewijzen dat het ook kennis bezit over mobiele toepassingen.

Er was echter nog niet voldoende kennis om zo'n oplossing geheel te realiseren. Daarom is onderzoek gedaan om kennis hiervoor te vergaren. De vraag die naar voren kwam was als volgt: *“Wat is de meest geschikte manier om een platform op te zetten, waarmee gebruikers met een app hun mobiele internetsnelheid met elkaar kunnen vergelijken?”*. Om deze vraag te beantwoorden is literatuuronderzoek gedaan naar de technische opzet van het platform. Hierbij zijn een aantal experimenten uitgevoerd. Tevens is er een enquête gehouden om de interesses van gebruikers te achterhalen.

Uit het onderzoek blijkt dat het algoritme gepubliceerd op de website van Speedtest.net de meest geschikte manier is om de download snelheid te berekenen. Om het dataverkeer zo laag mogelijk te houden blijkt JSON het meest geschikte formaat voor communicatie tussen de mobiele app en de servers en blijkt een downloadtijd van 7 seconden voldoende voor een accurate meting. Het ondersteunen van Android vanaf versie 4.1 en iOS vanaf 7 blijkt voldoende te zijn om het merendeel (ongeveer 83%) van de Nederlandse smartphonegebruikers te kunnen bereiken. De manier waarop multi-platform ontwikkeld moet worden is niet goed onderzocht, omdat dit niet binnen de tijdsgrenzen paste. Besloten is daarom om het Proof of Concept (PoC) native voor Android te programmeren. Aanbevolen is wel om vervolgonderzoek hiernaar te doen.

Synleaf heeft als eis gesteld dat, bij de lancering van de app, er 30 gebruikers met een gemiddelde van 30Mbit/s simultaan een test moeten kunnen uitvoeren. De huidige beschikbaar gestelde servers van Synleaf blijken volgens onderzoek voorlopig voldoende capaciteit te hebben om aan deze eis te kunnen voldoen. Met alle ontwikkelingen in de mobiele wereld (steeds snellere verbindingen) moet dit echter goed in de gaten gehouden worden. Wanneer het nodig blijkt te zijn lijkt de Object Storage dienst van CloudVPS de meest geschikte oplossing te zijn voor schaalbaarheid.

De gehouden enquête heeft de interesses van de (toekomstige) gebruikers uitgewezen. Zij blijken de downloadsnelheid, uploadsnelheid, type connectie (3G/4G) en de provider het meest interessant te vinden bij een real-time vergelijking. De uploadsnelheid is in dit project niet meegenomen, omdat dit buiten de scope viel. Het is wel aanbevolen hier onderzoek naar te doen en mee te nemen in de definitieve versie van de app.

Het PoC heeft de acceptatietest van de opdrachtgever doorstaan en ondersteunt daarmee de onderzoeksresultaten.

INHOUD

Inleiding	6
1 Synleaf	7
2 Aanleiding van de opdracht.....	8
3 Context	10
4 Probleemstelling / doelstelling.....	11
5 Onderzoeksvragen	13
5.1 Hoofdvraag	13
5.2 Deelvragen	13
6 Aanpak van het project	14
6.1 Projectmanagement.....	14
6.2 Onderzoeksmethoden	15
6.2.1 Literatuuronderzoek	16
6.2.2 Enquête	16
6.3 Uitvoering.....	16
7 Resultaten	17
7.1 Meest geschikte manier voor internet snelheidsmeting	17
7.1.1 Vaststellen van referentiewaarden voor experimenten.....	17
7.1.2 Het meest geschikte download algoritme	20
7.1.3 Opzet van de backend	23
7.1.4 Conclusie.....	26
7.2 Hoe moet de app multi-platform ingezet worden.....	27
7.2.1 De te ondersteunen operating systems	27
7.2.2 Manier van ontwikkelen	28
7.2.3 Conclusie.....	28

7.3	Welke Informatie interessant is bij een vergelijking	29
7.3.1	Resultaten enquête	29
7.3.2	Conclusie.....	30
7.4	Hoe de nodige informatie verkregen kan worden	31
7.4.1	Het verkrijgen van het type connectie.....	31
7.4.2	Het verkrijgen van de provider	33
7.4.3	Het verkrijgen van de locatie	34
7.4.4	Het verkrijgen van het type telefoon.....	34
7.4.5	Het verkrijgen van het operating system	35
7.4.6	Conclusie.....	35
7.5	Het onderscheiden van gebruikers binnen het platform	35
7.5.1	Gebruikersnaam / wachtwoord combinatie	36
7.5.2	Het genereren of ophalen van een unieke waarde	36
7.5.3	Android specifieke unieke waardes.....	37
7.5.4	Unieke waarde in iOS.....	37
7.5.5	Conclusie.....	37
7.6	Het dataverkeer zo laag mogelijk houden.....	38
7.6.1	Downloadtijden testen.....	38
7.6.2	Het real-time dataverbruik zo laag mogelijk houden.....	39
7.6.3	Conclusie.....	41
8	Conclusies en aanbevelingen	42
9	Discussie	44
10	Proof of Concept	45
11	Literatuurlijst	47
Bijlage A.	Plan van aanpak.....	51

Bijlage B.	Evaluatie	77
	Evaluatie van de procesgang	77
	Evaluatie eigen functioneren.....	77
Bijlage C.	Testresultaten verschillende apps.....	79
Bijlage D.	Testresultaten Experimenten Algoritmes	83
Bijlage E.	Opzet van test app	85
Bijlage F.	Cloud Storage oplossingen	87
Bijlage G.	Resultaten Enquête	90
Bijlage H.	Acceptatietest Proof of Concept	93

INLEIDING

In dit document wordt de uitvoering van het project “Collectieve internet snelheidsvergelijker voor mobiele telefoons” beschreven. Dit project is uitgevoerd bij Synleaf te Hilversum en diende als afstudeeropdracht voor de opleiding Informatica aan de Hogeschool Utrecht. Dit document is bestemd voor de afstudeerder, de hogeschool en het bedrijf.

In de eerste vier hoofdstukken worden de aanleiding, de context en de probleem-/doelstellingen beschreven. In hoofdstuk 5 staan de onderzoeksvragen uitgeschreven. Het hoofdstuk dat volgt beschrijft de aanpak van het project en het onderzoek. In het zevende hoofdstuk worden per subhoofdstuk de deelvragen uit hoofdstuk 5 onderzocht en beantwoord. Daarna volgen de conclusies en aanbevelingen en een beschrijving van het gerealiseerde Proof of Concept.

1 SYNLEAF

Synleaf is een klein innovatief bedrijf. De student is al enige tijd werkzaam in de organisatie als software ontwikkelaar. Synleaf richt zich op het ontwikkelen van software welke informatie real-time beschikbaar maakt.

Hoe sneller informatie wordt getoond en bijgewerkt, hoe meer waarde het heeft. In deze 24-uurseconomie is het noodzakelijk om op de hoogte te zijn van de meest recente gebeurtenissen. Synleaf ontwikkelt producten dat klanten in staat stelt altijd op de hoogte te zijn van de laatste informatie. Alle monitoring, rapportages en analyses worden eenvoudig gemaakt, ongeacht de databron en datagrootte. De missie van Synleaf is om die reden ook: Iedereen toegang verschaffen tot real-time informatie.

2 AANLEIDING VAN DE OPDRACHT






Recentelijk heeft Synleaf een platform ontwikkeld voor het meten van het energieverbruik bij consumenten thuis. Binnen dit platform hebben gebruikers de mogelijkheid om hun persoonlijke energieverbruik te spiegelen aan de energieprijzen van diverse energieleveranciers (Figuur 1). Hiermee heeft Synleaf waardevolle informatie in handen voor consumenten. Consumenten kunnen hiermee zien welke energieleverancier voor hun het goedkoopst is. De mogelijkheid voor vergelijken heeft bij consumenten veel positieve reacties opgeleverd.

Contractduur: 3 jaar ▼		Tarief: Normaal-/laagtarif ▼		Maand: Vorige maand ▼	Filter
1		Beetje groen 3 jaar vast (Normaal-/laagtarif)			
		Kosten stroom: € 57.14	Vastrecht stroom: € 2.40	€ 80.94	
		Kosten gas: € 19.00	Vastrecht gas: € 2.40		
2		Iets groener 3 jaar vast (Normaal-/laagtarif)			
		Kosten stroom: € 57.29	Vastrecht stroom: € 2.40	€ 81.09	
		Kosten gas: € 19.00	Vastrecht gas: € 2.40		
3		Elektriciteit (3 jaar) en Gas (Variabel) (Normaal-/laagtarif)			
		Kosten stroom: € 58.04	Vastrecht stroom: € 1.82	€ 81.74	
		Kosten gas: € 20.08	Vastrecht gas: € 1.82		
4		Echt groen 3 jaar vast (Normaal-/laagtarif)			
		Kosten stroom: € 57.64	Vastrecht stroom: € 2.40	€ 82.31	
		Kosten gas: € 19.00	Vastrecht gas: € 3.27		
5		100% Pure Energie - 3 jaar vast (Normaal-/laagtarif)			
		Kosten stroom: € 57.63	Vastrecht stroom: € 2.42	€ 82.73	
		Kosten gas: € 20.27	Vastrecht gas: € 2.42		

Figuur 1 – Vergelijken prijzen energieleveranciers

Voorgaande opdrachten zijn voornamelijk verkregen door het aantonen dat Synleaf kennis bezit om verschillende soorten informatie real-time te verzamelen en te verwerken. Zo heeft Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX) (2013), het grootste internet knooppunt van de wereld, gebruik gemaakt van de kennis van Synleaf voor real-time netwerkstatistieken. Om de marktpositie te verbeteren en zichzelf te promoten wil Synleaf kunnen laten zien dat zij op verschillende toepassingsgebieden informatie kunnen verzamelen en deze informatie toonbaar kunnen maken. Synleaf heeft tijdens het project voor AMS-IX op basis van gesprekken met medewerkers geconcludeerd dat er interesse is in een collectieve mobiele internetsnelheidsmeting. Op dit gebied zijn enkel oplossingen die dit individueel doen in plaats van collectief. Voor Synleaf een goede mogelijkheid om de mobiele wereld te betreden en te kunnen laten zien dat Synleaf ook op dit gebied kennis bezit. Gezien de positieve reacties op de vergelijking van energieprijzen wil Synleaf consumenten de mogelijkheid

bieden om hun mobiele internetsnelheid met elkaar te vergelijken. Hiervoor moet een platform worden opgezet, waarbij gebruikers via een mobiele app een snelheidstest kunnen doen. Bij het doen van een test kunnen zij real-time hun eigen ranking zien ten opzichte van andere gebruikers soortgelijk aan figuur 1 (zie figuur 2). Naast goede marketing voor Synleaf zou dit dus ook een leuke gadget voor de consumenten kunnen zijn. Ook kunnen de gegevens die in dit platform worden verzameld gebruikt worden voor een onderzoek met betrekking tot netneutraliteit. Netneutraliteit betekent dat aanbieders van internet zonder gegronde reden geen diensten of toepassingen van concurrenten mogen blokkeren of vertragen (Rijksoverheid, z.d.). Sinds januari 2013 is netneutraliteit vastgelegd in de Telecommunicatiewet (Artikel 7.4a).

1		Mobile3	43,71 Mbit/s	4 G
2		Mobile2	35,44 Mbit/s	4 G
3		Mobile4	34,12 Mbit/s	4 G
4		Mobile1	10,71 Mbit/s	3 G
5		Mobile5	266,18 kbit/s	2 G

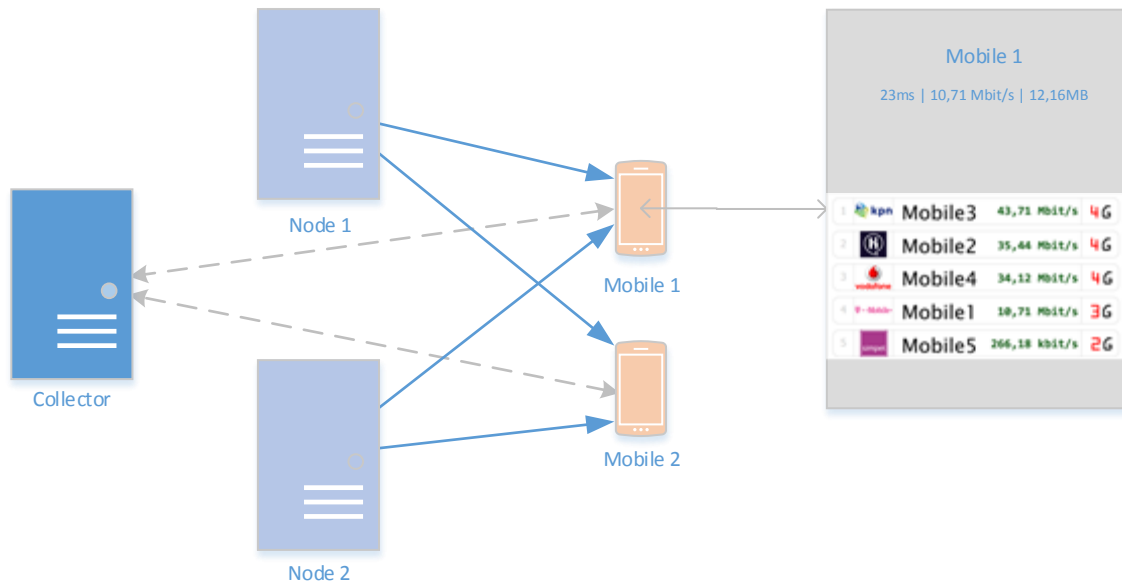
Figuur 2 – Voorbeeld ranking

Synleaf is lid van de organisatie Internet Society (ISOC). ISOC is de internationale organisatie voor globale samenwerking en coördinatie voor het internet en gerelateerde technologieën en toepassingen. ISOC streeft naar een internet dat bruikbaar en toegankelijk is voor iedereen (Internet Society, 2012). In samenwerkingsverband met ISOC levert Synleaf kennis in het kader van netneutraliteit.

Binnen het op te zetten platform worden gegevens verzameld om de vergelijkingen mogelijk te maken. Deze informatie kan op de achtergrond ook gebruikt worden voor een onderzoek met betrekking tot netneutraliteit. Zoals bekend zijn er telecom providers die gebruik maken van het netwerk van andere telecom providers. In principe zouden abonnementen van die providers met dezelfde internetsnelheid even snel moeten zijn. Synleaf is benieuwd of dit in de praktijk ook het geval is. Wanneer dit niet het geval blijkt te zijn kan Synleaf ISOC en/of providers daarop attenderen, zodat zij verder onderzoek kunnen verrichten. Bij het verzamelen van informatie is rekening gehouden met de privacy van de gebruikers.

3 CONTEXT

Er moet een platform worden opgezet waarbij gebruikers met een mobiele app een internetsnelheidstest kunnen doen. Er was een beeld over hoe dit platform opgezet zou kunnen worden.



Figuur 3 – Workflow platform

In figuur 3 is het beeld weergegeven wat er was over de opzet van het platform. Helemaal rechts is een schets van het scherm van een willekeurige smartphone te zien welke op dit moment met een app de meting uitvoert. Hierbij wordt de vergelijking met andere gebruikers getoond. Links van dit scherm staan smartphones afgebeeld. In dit diagram zijn er twee weergegeven, maar dit zouden er ook meer kunnen zijn. Om de meting uit te voeren moet de app op de smartphone data downloaden van een zogenoemde node. Een node is een server waar een of meerdere bestanden beschikbaar zijn om te downloaden voor de test. Omdat een node maar over een beperkte hoeveelheid bandbreedte beschikt zijn er, als veel smartphones tegelijk een meting uitvoeren, meerdere nodes nodig om aan de benodigde hoeveelheid te voldoen. Wanneer dat niet voldoende beschikbaar is zal de test langzamer zijn en een onjuiste uitkomst geven. De app zal een node met voldoende bandbreedte moeten selecteren. De app zal tijdens en na de meting de resultaten door sturen naar de collector. De collector is een server waar alle metingen worden opgeslagen. Deze stelt de resultaten daarna beschikbaar voor de real-time vergelijking. Op bepaalde momenten stuurt de collector de real-time informatie naar de gebruiker, welke dan zijn snelheid in vergelijking met andere gebruikers kan zien.

4 PROBLEEMSTELLING / DOELSTELLING

Het probleem was echter dat er binnen Synleaf nog niet voldoende kennis was om een dergelijk platform op te zetten. Ook was niet duidelijk of het beeld over de opzet in figuur 2 de meest geschikte manier zou zijn. Daarbij was ook nog niet geheel duidelijk wat de mogelijkheden zijn voor het verkrijgen van informatie van gebruikers die relevant is voor de vergelijkingen en welke informatie überhaupt relevant is.

Het doel van dit onderzoek was daarom duidelijkheid scheppen en kennis bieden over de manier van opzetten van het platform. De keten van het meten (snelheidstest) naar het weten (ranking van de gebruiker weergeven) moest worden doorbroken. De schakels van deze keten zijn, aan de hand van figuur 3, hieronder benoemd. Deze schakels waren echter nog niet geheel duidelijk en er moest dus onderzocht worden hoe deze gerealiseerd moeten worden.

1. Een gebruiker start de meting via een app op zijn mobiele telefoon.
 - a. Hoe kan deze app multi platform (Android, iOS, Windows Phone) worden opgezet?
2. De app maakt verbinding met een node om te downloaden.
 - a. Zijn deze nodes servers van Synleaf, of is een andere oplossing makkelijker/beter (Amazon S3 of Dropbox bijvoorbeeld), rekening houdend met nodige bandbreedte en schaalbaarheid (d.w.z. aantal metingen tegelijkertijd)?
3. De app begint met downloaden.
 - a. Moet dit één bestand zijn, of meerdere?
 - b. Hoe groot moet(en) dit/deze bestand(en) zijn?
4. De app geeft de resultaten van de meting door aan de collector.
 - a. Welke informatie is relevant en moet hierbij worden doorgegeven? Denk bij deze informatie aan bijvoorbeeld downloadsnelheid, GPS locatie (of alleen stad/regio?), netwerk operator, abonnement type, provider etc. Hierbij moet ook gedacht worden aan anonimiteit (privacy) van gebruikers.
 - b. Hoe kan die informatie verkregen worden?
5. De app haalt informatie real-time op van de collector.
 - a. Wanneer start dit?
 - b. Kan dit de gehele tijd wanneer de app actief is (denk aan dataverbruik)?
 - c. Wanneer stopt dit?
6. De app weergeeft de informatie op het scherm, zodat de gebruiker zijn meting kan zien samen met de vergelijking met anderen.
 - a. Welke informatie moet worden weergegeven (wat zouden gebruikers willen zien)? Denk hierbij aan dezelfde informatie als bij punt 4b.

- b. Hoe wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende gebruikers? Ook weer denkend aan privacy.

Al deze punten leidden tot een centrale vraag met een aantal deelvragen die beantwoord moesten worden om de doelstelling van het project te bereiken. Deze vragen staan beschreven in het volgende hoofdstuk.

5 ONDERZOEKSVRAGEN

5.1 HOOFDVRAAG

Om het doel van dit onderzoek te bereiken is antwoord nodig op de volgende vraag:

Wat is de meest geschikte manier om een platform op te zetten, waarmee gebruikers met een app hun mobiele internetsnelheid met elkaar kunnen vergelijken?

5.2 DEELVRAGEN

Om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden is antwoord op de onderstaande deelvragen nodig. Per deelvraag is gelinkt naar de punten van het vorige hoofdstuk.

1. Wat is de meest geschikte manier voor een nauwkeurige internet snelheidsmeting (client-side en server-side)? (2 en 3)
2. Hoe kan de mobiele applicatie multi platform (Android, iOS, Windows Phone) worden opgezet en wat is voor het te maken platform de meest geschikte manier? (1)
3. Welke informatie moet meegenomen worden bij een vergelijking, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers? (4a en 6a)
4. Wat van die informatie kan uit het mobiele apparaat gehaald worden en wat door gebruikersinvoer? (4b)
5. Wat is de meest geschikte manier om mobiele apparaten van elkaar te onderscheiden binnen het platform, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers? (6b)
6. Hoe wordt het dataverkeer van de mobiele applicatie zo laag mogelijk gehouden? (5)

6 AANPAK VAN HET PROJECT

6.1 PROJECTMANAGEMENT

Om het project zo goed mogelijk te laten verlopen was gekozen voor de Scrum methodiek. Scrum is een agile software ontwikkelmethodiek waar in iteraties (sprints) wordt gewerkt (figuur 4). Door de vele teambesprekingen, zogenoemde Daily Scrum meetings, en de Product en Sprint Backlogs is er duidelijk zicht op de voortgang van het project. De Product Backlog is een lijst met gewenste functionaliteiten die de Product Owner graag in de software zou willen zien. Een Sprint Backlog is een lijst met user stories (gebruikers activiteiten) die voor een bepaalde sprint ingepland staan om te realiseren (Agile in a Nutshell, z.d.).

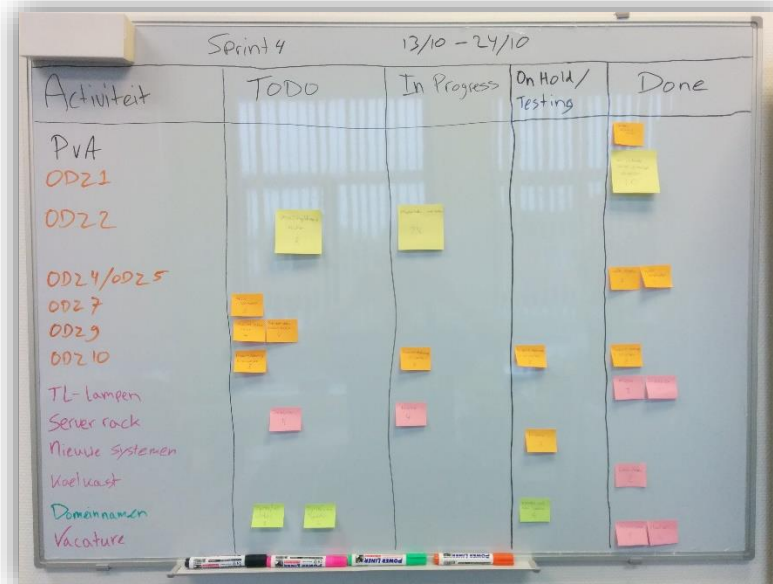


Figuur 4 – Scrum workflow van <http://www.agilenutshell.com/scrum>

Er is voor deze methodiek gekozen, omdat dit de standaard methodiek is die bij Synleaf gebruikt wordt. Met deze manier van werken is er veel contact met de opdrachtgever waardoor de voortgang goed bijgehouden kan worden. Het incrementeel opleveren van werk heeft een goede invloed op de kwaliteit van het werk. Deze methodiek is gebruikt voor het verloop van het gehele project, dus niet alleen bij de ontwikkeling van het proof of concept.

Omdat dit project voornamelijk door een enkel persoon werd uitgevoerd zijn niet alle facetten van de Scrum methodiek gebruikt. Er is alleen gebruikt wat toegevoegde waarde zou hebben voor dit project. Er werden geen Daily Scrum meetings gehouden. Dit is gereduceerd tot twee maal per week en is ingepland samen met de bedrijfsbegeleider. Op deze manier kon de begeleider de voortgang van de sprints controleren. Er is gewerkt in sprints van 2 weken. Aan het einde van een sprint werd een sprint review gehouden, eveneens samen met de bedrijfsbegeleider.

Tijdens het project is een product backlog bijgehouden om de voortgang van het project te volgen. Hierin werd echter niet gewerkt met gewenste functionaliteiten, maar dienden de projectactiviteiten als backlog items. Per sprint is op een muur met post-its een sprint backlog bijgehouden (Task Board, figuur 5) om de voortgang van een sprint bij te houden en te visualiseren.



Figuur 5 – Gebruikte scrum task board

6.2 ONDERZOEKSMETHODEN

Om het onderzoek zo goed mogelijk uit te voeren is gebruik gemaakt van een aantal onderzoeksmethoden. Er is zowel desk- als fieldresearch uitgevoerd. Bij fieldresearch is gebruik gemaakt van kwantitatieve methodes. In tabel 1 is per deelvraag aangegeven wat de onderzoeksfunctie van de vraag is en welke methode hierbij gebruikt is.

#	ONDERZOEKSFUNCTIE	ONDERZOEKSMETHODE
1	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment
2	Vergelijkend	Literatuuronderzoek
3	Beschrijvend/evaluerend	Literatuuronderzoek, enquête
4	Beschrijvend	Literatuuronderzoek
5	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment
6	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment

Tabel 1 – Deelvragen met onderzoeksfuncties en methodes

6.2.1 LITERATUURONDERZOEK

Bij literatuuronderzoek wordt gebruik gemaakt van bestaande gegevens in de vorm van bijvoorbeeld algemene literatuur, voorgaande onderzoeken of databases (Fischer & Julsing, 2014, p. 57). Bestaande gegevens die geraadpleegd zijn voor dit onderzoek zijn onder andere API documentatie, de stackoverflow database en voorgaande onderzoeken.

6.2.2 ENQUÊTE

Synleaf heeft toegang tot een grote community met 100 à 200 leden. Deze community is makkelijk te bereiken voor informatie en het verleden heeft uitgewezen dat hier op korte termijn bruikbare resultaten te behalen zijn. Met de enquête voor de derde deelvraag is ook gebruik gemaakt van die community. Ook is de enquête via Facebook verspreid om zoveel mogelijk data te verzamelen van verschillende personen.

6.3 UITVOERING

Tijdens de uitvoering van het project is gedeeltelijk afgeweken van het Plan van Aanpak. Tijdens het onderzoek zijn er een aantal knelpunten geweest, waardoor enige tijdgebrek is ontstaan en de planning in gevaar kwam.

Vanwege het gebrek aan tijd is besloten om het onderzoeksrapport te laten vallen als product en alleen een scriptie op te leveren. Hiervoor is gekozen, omdat een onderzoeksrapport en een scriptie grotendeels dezelfde inhoud hebben en de scriptie ook als onderzoeksrapport gelezen kan worden.

Naast het laten vallen van de scriptie is om dezelfde reden ook het unit testen van het Proof of Concept (PoC) buiten dit project geplaatst. Een acceptatie test zal voldoen om de werking van het PoC aan te kunnen tonen. Unit testen zal overigens nog wel in een later stadium gedaan worden.

7 RESULTATEN

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag moet eerst antwoord gegeven worden op de deelvragen. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek van de deelvragen besproken.

7.1 MEEST GESCHIKTE MANIER VOOR INTERNET SNELHEIDSMETING

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de eerste deelvraag, “*Wat is de meest geschikte manier voor een nauwkeurige internet snelheidsmeting (client-side en server-side)?*”. Voor de client-side is eerst onderzocht wat de referentiewaarden zijn voor een geschikt algoritme. Vervolgens is er geëxperimenteerd met een aantal algoritmen. Voor de back-end (server-side) is gekeken naar oplossingen die gebruikt kunnen worden als node(s).

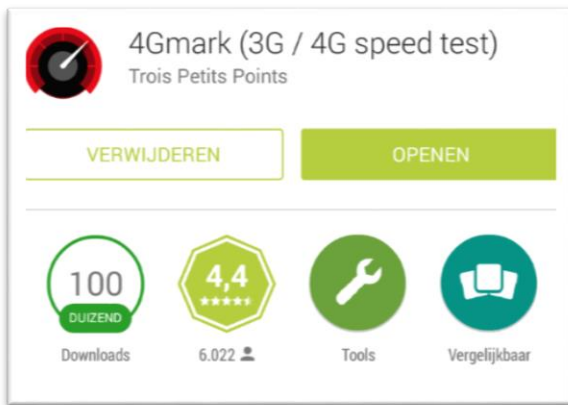
7.1.1 VASTSTELLEN VAN REFERENTIEWAARDEN VOOR EXPERIMENTEN

Om vast te stellen wat de referentiewaarden zijn voor een geschikt algoritme, zijn eerst andere speedtest apps getest. De criteria voor het testen van een app zijn naar aanleiding van de beschikbare apps gesteld als volgt: minimaal 100.000 downloads en een waardering boven vier sterren in de Google Play Store. De testresultaten zijn te vinden in [Bijlage A](#). De referentiewaarden worden bepaald aan de hand van de gemiddelden en standaarddeviaties van de resultaten van die tests.

Een Wi-Fi verbinding is stabielere dan een mobiele verbinding. Om goede referentiewaarden vast te stellen moeten er ook stabiele waardes zijn. Om die reden zijn de experimenten ook via een Wi-Fi verbinding uitgevoerd. Per app zijn tien tests uitgevoerd via de Wi-Fi verbinding op het Synleaf kantoor te Hilversum, via een Wi-Fi verbinding in een privé omgeving te Gouda en op een locatie met 4G verbinding (tevens op het Synleaf kantoor). Alle Wi-Fi tests zijn uitgevoerd binnen een straal van 3 meter van de draadloze modem, zonder obstakels tussen de smartphone en de modem. Tevens is ervoor gezorgd dat er geen andere apparaten actief zijn op het netwerk om eventuele verstoringen van de verbindingssnelheid binnen het eigen netwerk te verminderen.

De smartphone die gebruikt is om te testen is een Nexus 5 met Android 4.4.4 als operating system en een Hi 4G abonnement. Op moment van schrijven zijn de Hi 4G specificaties als volgt: Maximaal 50Mb/s download, gemiddeld 20 Mb/s download en maximaal 25 Mb/s upload (Hi, z.d.).

7.1.1.1 4GMARK



Figuur 6 – 4GMark in Play Store

4GMark is een tool met twee verschillende testen. Er kan een simpele speedtest uitgevoerd worden, maar ook een uitgebreide test die het laden van een YouTube film en de verbinding met een aantal websites test. In de Google Play Store is deze app circa 100.000 keer gedownload en is de gemiddelde beoordeling van 6.022 gebruikers een 4,4 op een schaal van 5 (figuur 6).

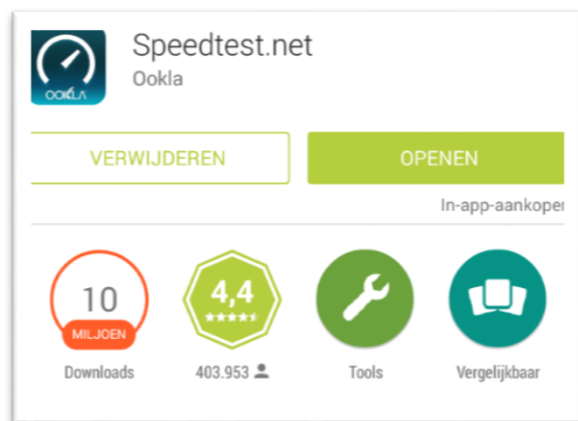
Bij de instellingen van de app is enkel de eenheid van de snelheden in te stellen. Een download test met 4GMark duurt 10 seconden.

Figuur A1 (Bijlage A) laat de testresultaten van de tests met de 4GMark app op de Wi-Fi verbinding van kantoor zien. Van deze tests is de gemiddelde snelheid 14,75 MBit/s. Hierbij is de standaarddeviatie 0,23. De resultaten met deze app op de privé Wi-Fi verbinding zijn weergegeven in figuur A2 (Bijlage A). Het gemiddelde van deze tests is 17,62 MBit/s en hier is de standaarddeviatie 0,17. Via de 4G verbinding is het gemiddelde 29,59 Mbit/s en de standaarddeviatie daarbij is 2,61 (figuur A3).

7.1.1.2 SPEEDTEST.NET

Ookla is een van de grootste, dan wel de grootste speler op gebied van snelheidstesten met Speedtest.net. De app heeft in de Google Play Store circa 10 miljoen downloads en de gemiddelde rating van 403.953 gebruikers is een 4,4 (figuur 7).

Naast de eenheid voor snelheid is er bij deze app ook de mogelijkheid om een server te selecteren waarmee de test wordt uitgevoerd. Standaard staat deze op automatische selectie. De server met de laagste ping wordt dan geselecteerd. Bij de uitvoering van de tests is dit zo gelaten. De download test op de Speedtest.net app duurt 10 seconden.



Figuur 7 – Speedtest.net in Play Store

In figuur A4 zijn de resultaten van de tests op de kantoor Wi-Fi verbinding te zien. De gemiddelde snelheid bij deze tests is 15,22 MBit/s. De standaarddeviatie is 0,15 (figuur A4). De resultaten van de privé Wi-Fi verbinding zijn in figuur A5 weergegeven. Hier is het gemiddelde 18,44 MBit/s en een standaarddeviatie van 0,03. Via 4G was het gemiddelde 35,50 Mbit/s met een standaarddeviatie van 4,57 (figuur A6).

7.1.1.3 V-SPEED (INTERNET SPEED TEST)



Figuur 8 – V-SPEED in Play Store

De Internet Speed Test app van V-SPEED.eu is zo'n miljoen keer gedownload en heeft een gemiddelde beoordeling van 4,2 door 49.023 gebruikers (figuur 8).

Deze app steekt er bovendien als het gaat om instellingen. Voor elk type connectie (Wi-Fi, snelle/langzame mobiele connectie) is in te stellen hoe lang de test moet duren, hoeveel HTTP connecties er gebruikt moeten worden

bij een test en hoe vaak er gepingd moet

worden. Voor de upload test via Wi-Fi staan deze standaard op een lengte van 15 seconden, 4 connecties en 50 pings. Voor snelle mobiele connecties is dit 10 seconden, 3 connecties en 30 pings. Bij de uitvoering van de tests met deze app zijn deze instellingen zo gelaten. Verder zijn er nog een aantal instellingen voor de gebruikersinterface.

De gemiddelde downloadsnelheid via de kantoor Wi-Fi verbinding is 13,89 MBit/s met een standaarddeviatie van 0,30 (figuur A7). Via de Wi-Fi verbinding op privé locatie is het gemiddelde 17,14 Mbit/s met een standaarddeviatie van 0,14 (figuur A8). De resultaten via 4G verbinding geven een gemiddelde van 24,10 MBit/s met een standaarddeviatie van 3,07, te zien in figuur A9.

7.1.1.4 SPEEDCHECKER (TEST INTERNET SPEED)

De gratis versie van de Speedchecker (Test Internet Speed) app is ook zo'n miljoen keer gedownload in de Play Store en heeft ook een beoordeling van 4,2. Dit oordeel is gegeven door 73.289 gebruikers (figuur 9).

Ook hier zijn de instellingen erg mager. Het enige wat aangegeven kan worden is dat de testinformatie met locatie verstuurd mag worden om gebruikers te kunnen laten zien welke snelheden er behaald kunnen worden op een bepaalde locatie. De server waarmee de test wordt uitgevoerd wordt automatisch geselecteerd. De optie om de server zelf te kiezen zit

volgens de app in de betaalde versie. Een download test met Speedchecker duurt, in tegenstelling tot de langere tijd in de andere apps, slechts 3 seconden.

In de figuren A10 t/m A12 zijn de testresultaten te zien van deze app. Er lijken in Nederland 2 servers te zijn. Aan de resultaten te zien geeft één van deze servers een onjuiste snelheid bij de uploadsnelheid.

Via de Wi-Fi verbinding op kantoor is een gemiddelde download snelheid van 14,77 MBit/s gehaald met een standaarddeviatie van 0,34. Via de Wi-Fi verbinding op privé locatie is een gemiddelde gehaald van 17,63 MBit/s met een standaarddeviatie van 0,38. Het gemiddelde via 4G is 31,12 MBit/s met een standaarddeviatie van 1,46.



Figuur 9 – Speedchecker in Play Store

7.1.2 HET MEEST GESCHIKTE DOWNLOAD ALGORITME

Om een accurate test uit te voeren is een goed algoritme nodig. Er is een drietal algoritmen gevonden en deze zijn getest met experimenten. Om de experimenten uit te voeren heeft de auteur een simpele test app geschreven voor Android (**Bijlage E**). Met deze app konden per test alle algoritmen tegelijk getest worden. Het bestand om te downloaden stond op een server van Synleaf. Er is gekozen voor een downloadtijd van 10 seconden, zoals ook bij de (meeste) andere apps.

7.1.2.1 NORMALE GEMIDDELDE (NG)

Het eerste algoritme is het normale gemiddelde (NG). Het aantal gedownloade bytes delen door de downloadtijd, in dit geval 10. De formule hierbij ziet er zo uit:

$$\text{gemiddelde} = \text{gedownloadeBytes} / 10$$

Dit lijkt de meest simpele en logische oplossing.

7.1.2.2 EXPONENTIEEL VOORTSCHRIJDEND GEMIDDELDE (EMA)

Volgens Ben Dolman (2010) is het exponentieel voortschrijdend gemiddelde (EMA) een goede formule voor het berekenen van de downloadtijd en dus de snelheid. Hierbij worden iedere keer wanneer er een sample bij het gemiddelde wordt gevoegd de oudere samples steeds minder belangrijk. Dit lijkt een goede formule, omdat bij de start van het downloaden de snelheid altijd lager ligt en moet stabiliseren. Dit komt door algoritmes ingebouwd in het

TCP protocol om netwerkcongestie tegen te gaan (Wikipedia, 2014). Bij het berekenen van de gemiddelde downloadsnelheid met het EMA ziet de formule er als volgt uit:

$$\text{gemiddelde} = S * \text{nieuwsteSample} + (1-S) * \text{gemiddelde};$$

S is een cijfer tussen 0 en 1. Hoe hoger dit cijfer, hoe sneller de oudere samples niet meer meetellen. Dolman heeft ondervonden dat 0.005 een goed cijfer is voor dit doel.

7.1.2.3 ALGORITME VAN OOKLA

Speedtest.net (2012) heeft het algoritme wat zij gebruiken vrijgegeven op hun website. Omdat zij de meest gedownloade en best beoordeelde app voor Android hebben, lijkt dit een zeer geschikt algoritme. Zij hanteren het volgende algoritme voor het bepalen van de snelheid:

1. Er worden kleine binaire bestanden gedownload om het gemiddelde te schatten.
2. Met deze geschatte snelheid wordt berekend hoeveel er ongeveer in 10 seconden gedownload kan worden.
3. Bij het downloaden worden tot 4 HTTP connecties gebruikt.
4. Er worden tijdens het downloaden tot 30 samples per seconde verzameld.
5. Al deze samples worden bij elkaar gevoegd tot 20 delen (elk deel is dan 5%).
6. De snelste 10% en de langzaamste 30% van deze delen worden weggelaten.
7. Van de overgebleven delen wordt het gemiddelde berekend om tot het eindresultaat te komen.

7.1.2.4 CRITERIA VOOR GESCHIKT ALGORITME

Een algoritme wordt goed bevonden wanneer de snelheden van de experimenten ongeveer overeenkomen met de gemiddelden en standaarddeviaties van de andere apps. Deze zijn samengevat in tabel 2. De app van Ookla blijkt via Wi-Fi het beste te zijn met het hoogste gemiddelde en de laagste standaarddeviatie. Via 4G heeft de app ook het hoogste gemiddelde. Echter is de standaarddeviatie hier wel het hoogst.

	4GMARK	OOKLA	V-SPEED	SPEEDCHECKER
<i>Gemiddeld op kantoor Wi-Fi</i>	14,75	15,22	13,89	14,77
<i>Gemiddeld op privé Wi-Fi</i>	17,62	18,44	17,14	17,63
<i>Gemiddelde standaarddeviatie</i>	0,20	0,09	0,22	0,36
<i>Gemiddeld op 4G</i>	29,59	35,50	24,10	31,12
<i>Standaarddeviatie op 4G</i>	2,61	4,57	3,07	1,46

Tabel 2 – Gemiddelden en standaarddeviaties andere apps

7.1.2.5 EERSTE VERSIE TESTAPP

Alle testresultaten van de test app zijn in **Bijlage B** te zien. De eerste versie van deze test app leverde veel problemen op. Dit is terug te zien in de gemiddelden en standaarddeviaties van de testresultaten (tabel B1 t/m B3 in bijlage B) samengevat in tabel 3. De Wi-Fi gemiddelden lagen fors lager en de standaarddeviaties stukken hoger dan de apps van andere ontwikkelaars. Bij deze app werd het aantal bytes dat gedownload werd via de HTTP connectie bijgehouden.

	NG	EMA	OOKLA
<i>Gemiddeld op kantoor Wi-Fi</i>	11,01	11,56	11,47
<i>Gemiddeld op privé Wi-Fi</i>	14,95	12,90	15,75
<i>Gemiddelde standaarddeviatie</i>	1,12	1,21	1,10
<i>Gemiddeld op 4G</i>	31,92	30,98	32,85
<i>Standaarddeviatie op 4G</i>	3,66	3,89	4,54

Tabel 3

7.1.2.6 TWEEDE VERSIE TESTAPP

Na enige tijd onderzoek naar de oorzaak van deze lage snelheden en hoge standaarddeviaties werd in de Android API de optie gevonden om alle ontvangen bytes van de telefoon op te vragen via de methode getTotalRxBytes() in de TrafficStats klasse (Android, 2014). Om rekening te houden met het multi-platform doel is ook gekeken naar soortgelijke mogelijkheden in iOS en Windows Phone. Dit is in zowel iOS (Markel, z.d.) (user982705, 2011) als Windows Phone (Microsoft, z.d.) mogelijk.

Na de implementatie van die functie zijn de tests opnieuw uitgevoerd (bijlage B, tabel B4 t/m B6). De resultaten zijn samengevat in tabel 4. Ten opzichte van de vorige versie zijn de resultaten van de testen aanzienlijk beter en rond de resultaten van de andere geteste apps. Op de Wi-Fi verbindingen is het algoritme van Ookla duidelijk de beste met het hoogste gemiddelde en de laagste standaarddeviatie.

	NG	EMA	OOKLA
<i>Gemiddeld op kantoor Wi-Fi</i>	14,75	14,17	14,95
<i>Gemiddeld op privé Wi-Fi</i>	17,35	16,06	17,76
<i>Gemiddelde standaarddeviatie</i>	0,28	0,57	0,21
<i>Gemiddeld op 4G</i>	30,98	29,79	32,22
<i>Standaarddeviatie op 4G</i>	2,18	2,68	2,41

Tabel 4

7.1.2.7 LAATSTE VERSIE TEST APP

Omdat de geteste apps van andere ontwikkelaars allemaal meerdere HTTP connecties lijken te gebruiken bij het testen, is dit ook met de test app getest. Er is een tweede HTTP connectie bijgevoegd om te kijken of dit bevorderlijk is voor de testresultaten. De resultaten zijn te zien in de tabellen A7 t/m A9 van bijlage B en zijn samengevat in tabel 5. Het toevoegen van een extra connectie blijkt toegevoegde waarde te hebben. De gemiddelden met de Wi-Fi verbindingen liggen een stuk hoger en de standaarddeviaties lager. Ook met 4G vallen de gemiddelden hoger uit. Echter zijn hier de standaarddeviaties wel iets hoger.

	NG	EMA	OOKLA
<i>Gemiddeld op kantoor Wi-Fi</i>	14,90	14,75	15,01
<i>Gemiddeld op privé Wi-Fi</i>	18,02	18,04	18,30
<i>Gemiddelde standaarddeviatie</i>	0,27	0,33	0,19
<i>Gemiddeld op 4G</i>	40,68	37,68	42,36
<i>Standaarddeviatie op 4G</i>	3,94	4,83	3,98

Tabel 5

Het algoritme van Ookla blijkt het beste uit de testen te komen. Hierbij zijn de gemiddelde het hoogst en de standaarddeviaties over het algemeen het laagst. Dit zal daarom het meest geschikte algoritme zijn voor de app. Het exponentieel voortschrijdend gemiddelde lijkt het minst geschikt, omdat het zich meer richt op de nieuwste samples in plaats van het gemiddelde van alle samples. Wanneer de verbinding aan het einde van een test door externe invloeden minder stabiel wordt, zal het gemiddelde lager uitkomen in vergelijking met de andere algoritmes.

7.1.3 OPZET VAN DE BACKEND

In het vorige hoofdstuk is beschreven welk algoritme het meest geschikt is voor het meten van de downloadsnelheid (client-side). In dit hoofdstuk worden de oplossingen voor de backend beschreven. Als eerst wordt de opzet van de collector toegelicht. Vervolgens worden de oplossingen voor nodes vergeleken.

7.1.3.1 HOE DE COLLECTOR ER UIT ZIET

In figuur 2 in hoofdstuk 2 staat het idee voor de opzet van het platform uitgebeeld. Hoe de collector er uit komt te zien was al duidelijk. Hiervoor is een server van Synleaf beschikbaar. Dit is een Linux machine met Tomcat waar de Java software op draait voor het verwerken en beschikbaar stellen van data en MySQL voor de opslag van testresultaten. Er wordt een RESTful API geïmplementeerd waar met behulp van de HTTP POST methode testresultaten naartoe gestuurd kunnen worden. Met de Comet technologie wordt de real-time informatie naar de gebruikers gestuurd. Deze opzet is gekozen, omdat dit bij andere Synleaf projecten

zeer geschikt bleek te zijn en deze collector vergelijkbaar is met back-end systemen van die andere projecten. Communicatie tussen de app en de collector zal in JSON formaat gebeuren. De keuze voor JSON wordt toegelicht in hoofdstuk 6.6.2.

7.1.3.2 OPLOSSING VOOR DE NODES

Welke oplossing het beste is voor de node(s) was nog niet duidelijk. De downloadtest zal veel dataverkeer verbruiken en er zal voldoende bandbreedte nodig moeten zijn. Bij KPN en Hi is de maximum 4G download snelheid op moment van schrijven 50Mbit/s met een gemiddelde van zo'n 20Mbit/s (KPN, z.d.) (Hi, z.d.). De tests uit het vorige hoofdstuk geven echter een hoger gemiddelde aan. Als een downloadtest 10 seconden duurt en er wordt met een gemiddelde snelheid van 30Mbit/s gedownload, wordt er 300Mbit gedownload. Dat staat gelijk aan 37,5MB. Aan te nemen is dat er in de eerste tijd na de lancering van de app gemiddeld 100 tests per dag uitgevoerd zullen worden. Dit komt neer op een dataverkeer van ongeveer 110GB per maand. Als de app een succes wordt, zou dit op kunnen lopen tot 1.000 tests per dag. Dit wordt dan 1,1TB dataverkeer per maand.

Met de huidige connecties van Synleaf kunnen servers voor een goede prijs gehost worden. Dit kan voor €42,- per maand en hierbij is per maand 4TB dataverkeer mogelijk. Het eerder genoemde dataverkeer past makkelijk in dat pakket. Echter moet er wel voldoende bandbreedte beschikbaar zijn om de download testresultaten niet te beïnvloeden. De gehoste servers van Synleaf hebben een gigabit verbinding met het internet. Met de eerder genoemde gemiddelde snelheid van 30Mbit/s kunnen, klein genomen, 30 gebruikers tegelijk de test uitvoeren op één server zonder dat de downloadsnelheid beïnvloed wordt. Met 100 tests per dag zal het zeer onwaarschijnlijk zijn dat er 30 gebruikers tegelijk zullen testen. Met 1.000 is dat echter wel mogelijk. Omdat de snelheden met 4G erg fluctueren, zal dit nog acceptabel zijn wanneer dit incidenteel is. Wanneer dit structureel wordt, wordt het een probleem. Er is als doel gesteld dat bij de lancering van de app 30 simultane testen met een gemiddelde van 30Mbit/s uitgevoerd moeten kunnen worden.

7.1.3.2.1 HUIDIGE SERVERS GEBRUIKEN

Synleaf heeft momenteel drie servers in twee verschillende datacenters ter beschikking om gebruikt te worden als nodes van het platform. Dit biedt de mogelijkheid voor zo'n 90 simultane tests tegelijk bij een gemiddelde snelheid van 30Mbit/s. Deze servers zullen in de eerste periode na de lancering geschikt zijn als oplossing voor de nodes. Echter is de toekomst van het gebruik van de app niet te voorspellen. KPN en Vodafone zijn inmiddels al bezig met de uitrol van 4G+ waarbij pieksnelheden mogelijk zijn van boven 200Mbit/s (KPN, 2014) (Vodafone, z.d.). Hierdoor zal de gemiddelde snelheid hoger komen liggen en kunnen er minder gebruikers tegelijk een test uitvoeren. Daarom is er nagedacht over

schaalbaarheid. Er kan op de collector bijgehouden worden wat het maximaal aantal gebruikers is dat tegelijk de test heeft uitgevoerd op de nodes. Ook de totale gemiddelde snelheid van gebruikers die tegelijk de test uitvoeren kan bijgehouden worden. Hiermee is te monitoren of er actie moet worden ondernomen met betrekking tot schaalbaarheid.

7.1.3.2.2 OPLOSSINGEN VOOR SCHAALBAARHEID

Extra Servers Hosten

Voor schaalbaarheid is gekeken naar verschillende oplossingen. Om te beginnen zou Synleaf extra servers kunnen hosten. Dit zal een extra €42,- per server per maand kosten plus extra kosten voor de aanschaf van een server. Deze oplossing biedt plaats voor 30 extra simultane testen per server bij gemiddelde snelheden van 30Mbit/s. Het grootste voordeel van eigen servers is dat er goed kan bijgehouden worden wat er gebeurt op de servers. Dat wil zeggen het aantal gebruikers tegelijkertijd en de hoeveelheid gebruikte bandbreedte tegelijkertijd.

File Hosting Diensten

File hosting diensten zoals TinyUpload of Sendspace zijn niet geschikt. Hierbij is vaak hotlinking niet toegestaan, wordt de downloadsnelheid beperkt, of worden de bestanden verwijderd als ze teveel dataverkeer genereren (TinyUpload, z.d.) (Sendspace, z.d.).

Cloud Storage Diensten

Een cloud storage oplossing is erg schaalbaar qua dataverkeer. Er moet alleen betaald worden naar de gebruikte opslag, dataverkeer en sommige gevallen het aantal downloads (requests). Het nadeel hierbij is dat er geen inzicht is in het gebruik van deze services en het dus niet te achterhalen is of de downloadtest wordt beïnvloed door de hoeveelheid gebruikers van zo'n dienst. Ook zijn de datacenters meestal niet binnen de eigen landsgrenzen. De doelgroep van de app zijn in eerste instantie echter alleen Nederlanders.

Een overzicht van de cloud storage diensten is te zien in tabel 6. Deze prijzen zijn gebaseerd op 300MB dataopslag en het eerder genoemde gebruik aan dataverkeer, namelijk 110GB en 1,1TB. De prijzen zijn omgerekend naar de koers op moment van schrijven (€1 = \$1,2806 en €1 = £0,7964) (Valuta.nl, z.d.).

De CloudVPS Object Storage dienst zal naar aanleiding van deze gegevens de meest geschikte oplossing zijn. Dit is een van de goedkoopste oplossingen. Tevens staan ook hun datacenters in Nederland.

	Maandelijke kosten bij 110GB dataverkeer	Maandelijke kosten bij 1,1TB dataverkeer	Datacenters in Nederland
Synleaf server(s)	€42,00*	€42,00*	Ja
Amazon S3	€10,22	€103,09	Nee
Rackspace Cloud Files	€11,07	€109,33	Nee
SmartFile developer	€39,04	€78,09	Nee
Nimbus.IO	€5,17	€51,59	Nee
OVH Cloud Storage	€1,02	€9,93	Nee
CloudVPS Object Storage	€5,46	€46,52	Ja

Tabel 6 – Vergelijking cloud storage diensten

* Afhankelijk van de bandbreedte die gebruikt wordt

7.1.4 CONCLUSIE

Om een zo accuraat mogelijk resultaat te krijgen is onderzocht welk algoritme/methode het best is voor deze app. De uitgangswaardes voor een goed algoritme werden vastgesteld door tests met andere speedtest apps. Het algoritme van Ookla blijkt het beste uit de test te komen. Bij dit algoritme worden tijdens het downloaden 30 samples per seconde verkregen. Deze samples worden bij elkaar gevoegd tot 20 delen. De snelste 10% en de langzaamste 30% worden weggelaten. Van de overgebleven delen wordt het gemiddelde berekend om tot het eindresultaat te komen. Voor het berekenen van het aantal gedownloade bytes moeten de ontvangen bytes van het apparaat gebruikt worden (RX bytes). Het blijkt daarbij toegevoegde waarde te hebben om via meerdere HTTP connecties tegelijk te downloaden.

De opzet van de collector stond al enigszins vast door de technische eisen van Synleaf. Dit is een Linux server met Tomcat voor het draaien van de applicatie geschreven in Java en een MySQL database voor de dataopslag. Met behulp van de Comet technologie wordt het real-time gedeelte afgehandeld. De Java applicatie fungeert tevens als RESTful API waarbij via een HTTP POST request meetresultaten naar de server gestuurd kunnen worden.

Synleaf heeft als doel gesteld dat bij de lancering van de app 30 simultane testen met een gemiddelde van 30Mbit/s uitgevoerd moeten kunnen worden. Dit kan met de huidige drie beschikbare servers makkelijk opgevangen worden. Als bij de monitoring van deze servers blijkt dat er uitbreiding plaats moet vinden, zal de meest geschikte oplossing de CloudVPS Object Storage dienst zijn. Dit is een van de goedkoopste oplossingen. Tevens staan hun datacenters ook in Nederland. Omdat de doelgroep van de app in eerste instantie alleen Nederlanders treft, is het daarbij voordelig dat de datacenters in Nederland staan. Dit houdt de af te leggen route naar het te downloaden bestand zo kort mogelijk. Hierdoor worden externe invloeden met betrekking tot beschikbare bandbreedte beperkt.

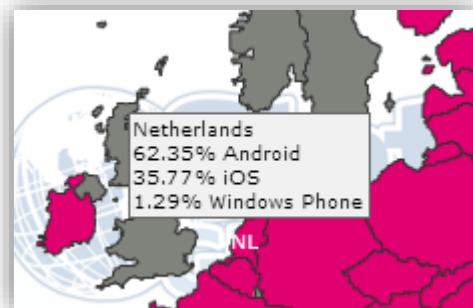
7.2 HOE MOET DE APP MULTI-PLATFORM INGEZET WORDEN

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de tweede deelvraag, “*Hoe kan de mobiele applicatie multi platform (Android, iOS, Windows Phone) worden opgezet en wat is voor het te maken platform de meest geschikte manier?*”. Er is onderzocht welke operating systems relevant zijn voor ondersteuning.

7.2.1 DE TE ONDERSTEUNEN OPERATING SYSTEMS

Synleaf heeft de eis gesteld dat minimaal 80% van alle smartphones bereikt moet kunnen worden met de app. Om dit te kunnen halen is gekeken naar de marktaandelen van de belangrijkste operating systems.

Gezien de doelgroep voor de app in eerste instantie alleen Nederlanders omvat, zal er naar de Nederlandse markt gekeken moeten worden. Volgens StatCounter (2014) zijn in de periode van 1 augustus tot 14 oktober de marktaandelen van Android, iOS en Windows Phone respectievelijk 62,35%, 35,77% en 1,29% (figuur 10). Hiermee bezetten Android en iOS samen 98,12% van de Nederlandse markt. Windows Phone kan daarom buiten beschouwing gelaten worden bij de ontwikkeling van de app.



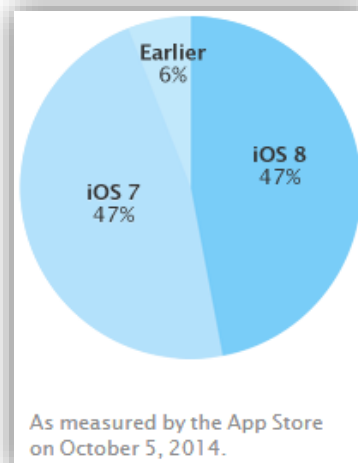
Figuur 10 – Top Mobile Operating Systems in Nederland

Om met de nieuwste technieken van de operating systems te werken, is het nodig om oudere versies van de operating systems niet mee te nemen in de ondersteuning. Op zowel de Apple developer website (Apple, z.d.) als de Android developer website (Android, z.d.) zijn statistieken van de distributie van de versies beschikbaar. Wanneer bij Android ondersteuning geboden wordt vanaf versie 4.1 (Jelly Bean, API 16), zal dit 78,3% van alle Android apparaten omvatten (figuur 11). Gekeken naar de eerdere percentages over marktaandelen zal dat dan totaal 48,82% van de Nederlandse markt zijn. Bij iOS zijn iOS 7 en iOS 8 geïnstalleerd op zo'n 94% van alle Apple apparaten (figuur 12). Dit komt neer op een Nederlands marktaandeel van 33,62%. Met ondersteuning vanaf Android 4.1 en iOS 7 kunnen dus 82,44% van alle smartphones in Nederland bereikt worden.

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.7%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	11.4%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	9.6%
4.1.x	Jelly Bean	16	25.1%
4.2.x		17	20.7%
4.3		18	8.0%
4.4	KitKat	19	24.5%

Data collected during a 7-day period ending on September 9, 2014. Any versions with less than 0.1% distribution are not shown.

Figuur 11 – Distributie Android versies op 9 september 2014



Figuur 12 – Distributie iOS versies op 5 oktober 2014

7.2.2 MANIER VAN ONTWIKKELEN

Om de app voor zowel Android als iOS uit te brengen kan er op verschillende manieren ontwikkeld worden. Dit kan in de native programmeertaal van het besturingssysteem, maar hier zijn ook verschillende frameworks voor op de markt. Deze frameworks maken het mogelijk om voor meerdere besturingssystemen tegelijk te programmeren in dezelfde programmeertaal.

Door tijdgebrek kon dit onderdeel echter niet diep genoeg onderzocht worden. Om vertraging van het onderzoek te voorkomen is daarom besloten om voor het proof of concept native te programmeren. Vervolgonderzoek naar dit onderdeel wordt echter aanbevolen.

7.2.3 CONCLUSIE

De eis van Synleaf dat minimaal 80% van alle Nederlandse smartphones bereikt moet kunnen worden, kan behaald worden door ondersteuning van Android vanaf versie 4.1 en iOS vanaf versie 7 (totaal 82,44%). Windows Phone doet het niet goed in de Nederlandse markt en kan daarom buiten beschouwing gelaten worden.

Er is kort onderzoek gedaan naar de manier waarop deze operating systems het makkelijkst bereikt kunnen worden. Hierbij is gekeken naar native programmeren en programmeren met behulp van een framework. Door tijdgebrek kon dit niet goed onderzocht worden. Daarom is besloten dat in ieder geval bij het proof of concept in de native taal ontwikkeld gaat worden. Vervolgonderzoek naar dit onderdeel wordt aanbevolen.

7.3 WELKE INFORMATIE INTERESSANT IS BIJ EEN VERGELIJKING

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de derde deelvraag, “*Welke informatie moet meegenomen worden bij een vergelijking, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers?*”. Hiervoor is een enquête gehouden en daarvan worden de resultaten beschreven.

7.3.1 RESULTATEN ENQUÊTE

Bij het doen van een meting kunnen voor gebruikers verschillende dingen interessant zijn om te vergelijken met andere gebruikers. Om te achterhalen wat toekomstige gebruikers interessant vinden is een enquête opgesteld. De volledige resultaten hiervan zijn weergegeven in **Bijlage D**. Naast een real-time vergelijking komt er ook een statische vergelijking in de app. Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld het laatste testresultaat ook vergeleken kan worden met bijvoorbeeld het landelijk gemiddelde of het gemiddelde van provider. Ook hierover zijn vragen meegenomen in de enquête.

Besloten is dat in eerste instantie alleen de gegevens meegenomen worden waarvan minimaal 60% van de gebruikers deze interessant vinden. De reden hiervoor is dat op het scherm van een smartphone de ruimte beperkt is. Het percentage is gekozen op basis van de resultaten.

Aan de hand van de eerste vraag moest blijken wat respondenten de belangrijkste gegevens vinden bij een real-time vergelijking. Uit de antwoorden blijkt dat de downloadsnelheid (83.1%), de uploadsnelheid (70.8%), het type connectie (75.4%) en de provider (67.7) de belangrijkste gegevens zijn. Omdat hoofddoel van de app het meten van de downloadsnelheid is, zal de uploadsnelheid in eerste instantie niet meegenomen worden. Deze is in de enquête echter wel opgenomen om te zien of hiervoor animo is.

De tweede vraag was bedoeld om te zien of de versie van het operating system interessant zou zijn, wanneer deze bij de eerste vraag als belangrijk gegeven zou worden bestempeld. Het blijkt dat het versienummer ook interessant is wanneer het operating system weergegeven wordt.

Het doel van de derde vraag was achterhalen tot op welk niveau de locatie weergegeven zou mogen worden, indien deze uit de eerste vraag meegenomen zou worden. Een te laag niveau zou inbreuk kunnen maken op de privacy van de gebruikers. Uit de antwoorden blijkt dat de meeste respondenten (36.9%) vinden dat de locatie tot op wijkniveau weergegeven zou mogen worden.

Aan de hand van de vierde vraag moest achterhaald worden of gebruikers gefilterd moeten worden bij de real-time vergelijking. Dat wil zeggen dat er bijvoorbeeld alleen gebruikers uit dezelfde buurt of met dezelfde provider weergegeven moeten worden. De grote meerderheid (69.2%) vindt dat bij de vergelijking alle gebruikers weergegeven moeten worden die op dat moment een meting doen.

De vijfde en zesde vraag zijn daarom niet meer van toepassing. Deze vragen hadden als doel de parameters voor het filteren te achterhalen. Wanneer er gefilterd zou moeten worden zouden het type connectie (75%), de locatie (70%) op wijkniveau (40%) en de provider (65%) als parameters moeten gelden.

De zevende vraag was bedoeld om te zien of de respondenten statische vergelijkingen interessant vonden en of deze vergelijking gemaakt moest worden tegenover het meest recente testresultaat of het gemiddelde van alle tests gedaan met de app. Hierbij vond de meerderheid (53.8%) dat de statische gemiddelden vergeleken moesten worden ten opzichte van zowel het meest recente resultaat als het gemiddelde.

Met de achtste vraag moest duidelijk worden welke statische vergelijkingen de toekomstige gebruikers het meest interessant vinden. Hierbij blijkt dat 65% van de respondenten de locatie en de provider interessant vinden om mee te vergelijken. Het type telefoon (41.7%) en operating system (33.3%) worden minder interessant gevonden. Wanneer de statische vergelijking op een aparte pagina wordt weergegeven is er meer ruimte op het scherm beschikbaar en kunnen deze ook meegenomen worden.

Aan de hand van de negende en tevens de laatste vraag moest achterhaald worden welke niveaus van locatie te zien zouden mogen zijn bij een statische vergelijking. Deze vraag komt voort uit privacy overwegingen. Uit de resultaten blijkt dat de stad (63.3%) en de wijk (61.7%) acceptabel zijn.

7.3.2 CONCLUSIE

Uit de enquête blijkt dat bij de real-time vergelijking vooral de volgende informatie belangrijk wordt geacht en moet worden meegenomen:

- De downloadsnelheid;
- De uploadsnelheid;
- Het type connectie;
- De provider.

Er is geen interesse in het filteren van gebruikers bij de vergelijking.

Voor een statische vergelijking is ook interesse. Hier zullen het gemiddelde van de gebruiker en het meest recente testresultaat te vergelijken moeten zijn met de volgende informatie:

- De locatie (tot op wijk niveau);
- De provider;
- Het type telefoon;
- Het operating system (inclusief versie).

Bij de locatie blijkt de wijk als acceptabel niveau te zijn om weer te geven.

7.4 HOE DE NODIGE INFORMATIE VERKREGEN KAN WORDEN

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de vierde deelvraag, “*Wat van die informatie kan uit het mobiele apparaat gehaald worden en wat door gebruikersinvoer?*”. In het vorige hoofdstuk is door middel van een enquête uitgezocht welke informatie gebruikers interessant vinden bij vergelijkingen. Deze informatie moet ergens vandaan komen en dit moest worden onderzocht. Hier een opsomming van die informatie:

- Downloadsnelheid;
- Uploadsnelheid;
- Type connectie;
- Provider;
- Locatie;
- Type telefoon;
- Operating system.

Op welke manier de downloadsnelheid wordt berekend is al in eerdere hoofdstukken besproken. De uploadsnelheid is geen doel van Synleaf en zal daarom niet meegenomen worden. Hoe de andere informatie verkregen kan worden is beschreven in de volgende subhoofdstukken.

7.4.1 HET VERKRIJGEN VAN HET TYPE CONNECTIE

Het type connectie staat voor welke techniek er gebruikt wordt om verbinding te maken met het mobiele netwerk. Er is onderzocht hoe met een native app het huidige type connectie kan worden gezien.

Het type connectie in Android

In de Android API is het type connectie te vinden in de TelephonyManager klasse met de methode `getNetworkType()` (Android, 2014). In de statusbalk van een Android smartphone

wordt aangegeven welk type verbinding gebruikt wordt. Eigen ervaring, welke ondersteund wordt door Izzy (2013), zegt dat de verbindingen op de volgende manier in de statusbalk weergegeven kunnen worden:

- G (GPRS);
- E (Edge);
- 3G (UMTS);
- H (HSPA);
- H+ (HSPAP);
- 4G (LTE).

Omdat dit niet voor elke telefoon hetzelfde is en er meer technologieën dan bovenstaande zijn, zal er onderscheid gemaakt worden tussen 2G, 3G en 4G. Zo wordt het ook compatible met iOS. In de TelephonyManager klasse staan de onderstaande constante waarden. Bij elke techniek is aangegeven of deze onder 2G, 3G of 4G vallen (Wikipedia, 2014).

- NETWORK_TYPE_GPRS (2G);
- NETWORK_TYPE_EDGE (2G);
- NETWORK_TYPE_CDMA (2G);
- NETWORK_TYPE_1xRTT (2G);
- NETWORK_TYPE_IDEN (2G);
- NETWORK_TYPE_UMTS (3G);
- NETWORK_TYPE_EVDO_0 (3G);
- NETWORK_TYPE_EVDO_A (3G);
- NETWORK_TYPE_HSDPA (3G);
- NETWORK_TYPE_HSUPA (3G);
- NETWORK_TYPE_HSPA (3G);
- NETWORK_TYPE_EVDO_B (3G);
- NETWORK_TYPE_EHRPD (3G);
- NETWORK_TYPE_HSPAP (3G);
- NETWORK_TYPE_LTE (4G).

Hoewel LTE officieel niet aan de eisen van 4G voldoet, heeft de International Telecommunication Union besloten dat dit toch de naam 4G mag dragen. De reden hiervoor is dat het een significante verbetering in performance is ten opzichte van eerdere 3G systemen (International Telecommunication Union, 2010).

Het type connectie in iOS

In iOS is het achterhalen van het type connectie vanaf iOS7 mogelijk via het Core Telephony Framework (Apple, z.d.). Hierin staat de klasse CTTelephonyNetwork met de

currentRadioAccessTechnology property. Volgens de Apple website (Apple, 2014) zijn er de volgende symbolen voor in de statusbalk:

- ° (GPRS);
- E (EDGE);
- 3G (UMTS)
- LTE (LTE);
- 4G (4G en bij sommige providers met high-speed UMTS netwerk).

Deze zijn dus anders dan bij Android het geval is. Ook hier wordt daarom onderscheid gemaakt tussen 2G, 3G en 4G. Justin W (2013) heeft in Xcode uit de public headers van de CTTelephonyNetwork klasse gelezen dat hier de onderstaande constante waarden in staan:

- CTRadioAccessTechnologyGPRS (2G);
- CTRadioAccessTechnologyEdge (2G);
- CTRadioAccessTechnologyWCDMA (3G);
- CTRadioAccessTechnologyHSDPA (3G);
- CTRadioAccessTechnologyHSUPA (3G);
- CTRadioAccessTechnologyCDMA1x (3G);
- CTRadioAccessTechnologyCDMAEVDORev0 (3G);
- CTRadioAccessTechnologyCDMAEVDORevA (3G);
- CTRadioAccessTechnologyCDMAEVDORevB (3G);
- CTRadioAccessTechnologyeHRPD (3G);
- CTRadioAccessTechnologyLTE (4G).

7.4.2 HET VERKRIJGEN VAN DE PROVIDER

De provider is de onderneming die het abonnement voor mobiele telefonie aanbiedt aan de consument. Er is onderzocht hoe deze informatie met een native app verkregen kan worden.

De provider in Android

Evenals het type connectie staat ook de provider in de TelephonyManager klasse van de Android API. Dit kan met de methode getSimOperatorName(). Android haalt deze informatie van de SIM kaart.

De provider in iOS

In iOS staat de provider naam in de CTCarrier klasse. Ook deze klasse komt uit het Core Telephony Framework. De naam van de provider staat in de carrierName property (Apple, 2013).

7.4.3 HET VERKRIJGEN VAN DE LOCATIE

De locatie kan worden bepaald via de GPS functie van de smartphone. De GPS coördinaten kunnen met grote nauwkeurigheid zeggen waar de gebruiker zich op het huidige moment bevindt. Een GPS locatie kan echter bestempeld worden als persoonsgegevens en kan inbreuk maken op de privacy van de gebruiker. De locatie zal daarom bewerkt opgeslagen worden in de vorm van stadsnaam en wijk (cijfers van postcode). De gehouden enquête geldt als basis voor het besluit van de vormen.

De locatie in Android

Het opvragen van de locatie lijkt iets lastiger te zijn dan de informatie die hiervoor beschreven is. Gabe Sechan heeft hier echter klassen voor geschreven die dit makkelijk maken. Deze klassen controleren of de GPS service beschikbaar is en als dit het geval is wordt de locatie teruggegeven als een Android Location object. Wanneer de GPS service niet beschikbaar is, wordt geprobeerd een locatie te bepalen via het netwerk, waar tevens een Location object gegeven wordt (Sechan, 2014).

In een Location object staan de GPS coördinaten van de laatst opgehaalde locatie. Deze coördinaten moeten dan nog omgezet worden naar een stad en een wijk. In Android is hier de Geocoder klasse voor. Deze klassen zijn te vinden in de location package (Android, 2014). De Geocoder geeft aan de hand van de coördinaten een lijst met Address objecten, eveneens in de location package, terug die de omgeving van de coördinaten omschrijven. De methode getLocality() geeft de stadsnaam en de methode getPostalCode() geeft de postcode.

De locatie in iOS

In iOS zijn er soortgelijke klassen met betrekking tot locatie. Deze zijn te vinden in het Core Location Framework (Apple, 2013). Hier lijkt het verkrijgen van de locatie iets makkelijker. Dplusm laat op stackoverflow hoe dit in zijn werking gaat (dplusm, 2012). Een locationManager instantiëren en daar met de methode startUpdatingLocation aangeven dat de locatie opgehaald moet worden. Hierna met de methode didUpdateLocations de locatie ophalen. De coördinaten van die locatie kunnen dan met de CLGeocoder klasse omgezet worden naar een leesbare variant (stad/postcode) (Field, 2011).

7.4.4 HET VERKRIJGEN VAN HET TYPE TELEFOON

Het type telefoon in Android

In Android kan het type telefoon heel makkelijk achterhaald worden met de Build klasse in de API (Android, 2014). Hierin staan de constante waardes Build.MANUFACTURER en Build.MODEL.

Het type telefoon in iOS

Het type telefoon kan in iOS volgens OhhMee op stackoverflow verkregen worden via `uname` van `sys/utsname.h` (OhhMee, 2012). De string die hier uit volgt is een codenaam en zal nog omgezet moeten worden naar het type (bijvoorbeeld iPhone 3GS of iPhone 4S).

7.4.5 HET VERKRIJGEN VAN HET OPERATING SYSTEM

Omdat er in eerste instantie native wordt geprogrammeerd is het operating system makkelijk te bepalen. De app wordt namelijk geschreven voor een bepaald operating system. Daarbij is alleen de versie van operating system nog niet bekend.

De Android versie

De versie van het operating system kan in Android, net als het type telefoon, in de Build klasse gevonden worden. In deze klasse staat de statische klasse `Build.VERSION`. De property `SDK_INT` geeft aan welke SDK versie er draait op de telefoon. Aan de hand van dit cijfer kan bepaald worden welke versie van Android het is.

De iOS versie

De iOS versie is in de iOS API te vinden in de `UIDevice` klasse (Apple, 2014). Hierin staat de waarde `systemVersion` welke de versie van het operating system representeert.

7.4.6 CONCLUSIE

Uit het onderzoek blijkt dat in zowel Android als in iOS alle benodigde gegevens uit de telefoon gehaald kunnen worden. Er is geen aparte gebruikersinvoer nodig. Behalve de locatie is alle informatie te krijgen door simpele methodes en waarden in het systeem. Voor de locatie moeten meerdere klassen aangeroepen worden en meerdere checks worden gedaan.

7.5 HET ONDERSCHIEDEN VAN GEBRUIKERS BINNEN HET PLATFORM

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de vijfde deelvraag, “*Wat is de meest geschikte manier om mobiele apparaten van elkaar te onderscheiden binnen het platform, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers?*”. Om een ranking met gebruikers die op hetzelfde moment een test uitvoeren te kunnen laten zien moeten deze gebruikers van elkaar onderscheiden kunnen worden. In dit hoofdstuk worden verschillende mogelijkheden vergeleken. Bij de vergelijking is rekening gehouden met de privacy van gebruikers.

7.5.1 GEBRUIKERSNAAM / WACHTWOORD COMBINATIE

Allereerst is er de mogelijkheid om gebruikers zichzelf te laten registreren met een gebruikersnaam en wachtwoord. Een testresultaat is apparaat-specifieke informatie en zal niet gedeeld hoeven worden met andere apparaten. Daarom is besloten dat de historie van testresultaten lokaal op het apparaat wordt opgeslagen en niet op de servers. Het gebruik van een gebruikersnaam en wachtwoord heeft dan alleen als voordeel dat een gebruiker zichzelf makkelijk kan herkennen. Als nadeel hier tegenover staat dat de gebruiker meer handelingen (registreren, inloggen) moet uitvoeren om een test te doen. Tevens moet er dan ook een registratie systeem geïmplementeerd worden.

7.5.2 HET GENEREREN OF OPHALEN VAN EEN UNIEKE WAARDE

Een andere mogelijkheid is het gebruik van een automatisch gegenereerde of in het apparaat aanwezige unieke waarde. Jared Burrows (2014) heeft onderzoek gedaan naar de beste optie om te gebruiken als unieke identifier met een Android apparaat. Als eerst de platform onafhankelijke mogelijkheden met daarbij hun nadelen:

- IMEI nummer;
 - Kan bestempeld worden als een persoonsgegeven en gebruikers kunnen daarom denken dat je persoonlijke informatie misbruikt.
 - Heeft een extra permissie nodig in Android (android.permission.READ_PHONE_STATE).
 - Is tegen de regels van Apple om als identifier te gebruiken (rckoenes, 2013).
- WLAN MAC adres;
 - Kan veranderd (gespoofed) worden door de gebruiker en daarom misschien niet uniek.
 - Kan ook bestempeld worden als persoonsgegeven (Engelfried, 2014).
 - Eveneens tegen de regels van Apple (rckoenes, 2013).
 - Heeft een extra permissie nodig in Android (android.permission.ACCESS_WIFI_STATE).
- Bluetooth MAC adres;
 - Tegen de regels van Apple.
 - Gebruikers kunnen de permissie voor Bluetooth verdacht vinden wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van Bluetooth in de app.
 - Heeft een extra permissie nodig in Android (android.permission.BLUETOOTH).

7.5.3 ANDROID SPECIFIEKE UNIEKE WAARDES

In Android zijn er de volgende mogelijkheden:

- Android ID;
 - Geeft in sommige gevallen “null” als waarde terug.
 - Een bug in een custom build van Android kan zorgen voor hetzelfde Android ID (Coryat, 2010).
- Pseudo-uniek ID;
 - Hierbij wordt een UUID (universally unique identifier) gegenereerd van Build.SERIAL en gegevens over het apparaat. De waarde Build.SERIAL bestaat pas sinds API 9. Bij een API eerder dan 9 zal deze een “null” waarde geven. Hierdoor komen dan bij dezelfde apparaten met een API kleiner dan 9 dezelfde waardes uit.

7.5.4 UNIEKE WAARDE IN IOS

Sinds iOS6 is hiervoor bij iOS een goede optie ingebouwd genaamd `identifierForVendor`. Deze is te vinden in de `UIDevice` klasse (Apple, 2014). Dit is een alfanumerieke string welke een apparaat voor de app ontwikkelaar identificeert.

7.5.5 CONCLUSIE

Het gebruik van gebruikersnaam en wachtwoord voor het identificeren van gebruikers is wel geschikt. Echter worden er van de gebruiker dan extra handelingen gevraagd (registreren en inloggen). Tevens moet er dan een registratie systeem geïmplementeerd worden. Een andere oplossing zou daarom beter geschikt zijn. Het IMEI nummer en MAC adressen zijn niet geschikt, omdat deze bestempeld kunnen worden als persoonsgegevens. Daarbij is dit ook tegen de regels van Apple. Apple heeft voor het identificeren van apparaten echter een geschikte ingebouwde oplossing, namelijk de `identifierForVendor` waarde in de `UIDevice` klasse. Android heeft ook een oplossing hiervoor, het Android ID. Deze is echter minder geschikt. Deze geeft in sommige gevallen “null” als waarde, of hetzelfde ID bij sommige custom Android builds. Een beter geschikte oplossing is het genereren van een pseudo-uniek ID. Deze geeft bij Android API's lager dan 9 hetzelfde ID bij dezelfde apparaten. Echter is eerder in dit onderzoek besloten dat de app Android versies van API 16 of hoger zal ondersteunen. Dat maakt de oplossing dan geschikt.

7.6 HET DATAVERKEER ZO LAAG MOGELIJK HOUDEN

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de zesde en tevens laatste deelvraag, “*Hoe wordt het dataverkeer van de mobiele applicatie zo laag mogelijk gehouden?*”. Omdat mobiel dataverkeer beperkt mogelijk is bij gebruikers, is het van belang om het dataverkeer zo laag mogelijk te houden. Om de downloadsnelheid te bepalen is het echter noodzakelijk dat er gedownload wordt. Met uitzondering van de Speedchecker app duurt een download test bij de andere apps met de standaard instellingen 10 seconden. De tests met de Speedchecker app laten zien dat er ook met een kortere downloadtijd goede resultaten gehaald kunnen worden. Met die reden is er getest met verschillende downloadtijden om het dataverkeer hierbij zo laag mogelijk te houden. Hiervoor is dezelfde test app gebruikt als bij hoofdstuk 6.1.2. Daarnaast moet ook het real-time weergeven van gebruikers die op dit moment de test uitvoeren geen grootverbruiker zijn. Ook voor dit punt is gekeken hoe het dataverbruik hierbij zo laag mogelijk gehouden kan worden.

7.6.1 DOWNLOADTIJDEN TESTEN

Als eerste is getest met een downloadtijd van 3 seconden (tabel 7). Via de Wi-Fi verbinding op kantoor wordt een gemiddelde snelheid van 16,41 Mbit/s gehaald met een standaarddeviatie van 0,20. Via de Wi-Fi verbinding op privé locatie wordt een gemiddelde snelheid van 15,11 Mbit/s gehaald met een standaarddeviatie van 0,04. Via 4G is dit 29,02 Mbit/s en 6,09.

3 SECONDEN DOWNLOAD										
K Wi-Fi	16,56	16,57	16,51	16,50	16,23	16,27	15,93	16,43	16,58	16,47
P Wi-Fi	15,12	15,13	15,10	15,11	15,15	15,11	15,01	15,15	15,09	15,09
4G	28,22	28,11	20,06	35,40	35,75	38,93	30,87	19,47	26,85	26,53

Tabel 7

Als volgende test is er een downloadtijd van 5 seconden gedaan (tabel 8). Voor de kantoor Wi-Fi, privé Wi-Fi en 4G zijn hier de waardes respectievelijk 16,35 Mbit/s met 0,29, 15,17 Mbit/s met 0,03 en 32,91 Mbit/s met 0,96.

5 SECONDEN DOWNLOAD										
K Wi-Fi	15,87	16,69	16,60	16,64	16,34	16,11	16,14	16,53	16,65	15,96
P Wi-Fi	15,19	15,19	15,18	15,18	15,18	15,16	15,20	15,17	15,18	15,10
4G	33,87	31,38	31,96	33,28	32,73	31,79	32,27	33,98	34,05	33,78

Tabel 8

Bij de tests met 7 seconden (tabel 9) zijn de gemiddelde snelheid en standaarddeviatie voor de Wi-Fi verbinding op kantoor, Wi-Fi op privé locatie en 4G respectievelijk 16,57 Mbit/s met 0,29, 15,23 Mbit/s met 0,08 en 36,39 Mbit/s met 3,02.

7 SECONDEN DOWNLOAD										
K WI-FI	16,05	16,00	16,87	16,70	16,75	16,63	16,47	16,58	16,86	16,76
P WI-FI	15,28	15,35	15,03	15,18	15,20	15,24	15,23	15,31	15,23	15,24
4G	35,46	32,38	34,48	30,96	39,21	38,91	37,40	41,16	35,87	38,11

Tabel 9

Als laatst is er getest met een tijd van 10 seconden (tabel 10). Hier zijn de waardes 16,46 Mbit/s met 0,33, 15,24 Mbit/s met 0,07 en 34,51 Mbit/s met 3,48.

10 SECONDEN DOWNLOAD										
K WI-FI	16,48	16,69	16,79	15,71	16,06	16,78	16,71	16,55	16,52	16,34
P WI-FI	15,26	15,25	15,05	15,24	15,27	15,27	15,26	15,21	15,28	15,28
4G	34,77	35,60	36,53	38,10	36,78	36,45	36,43	28,32	34,84	27,29

Tabel 10

Er is gekozen voor een standaard downloadtijd van 7 seconden. Hierbij zijn de gemiddelden het hoogst en zijn de standaarddeviaties, in vergelijking met de apps van andere ontwikkelaars (hoofdstuk 6.1.1), acceptabel. Om de gebruikers invloed op dit onderwerp te geven kan de downloadtijd opgenomen worden als instelling.

7.6.2 HET REAL-TIME DATAVERBRUIK ZO LAAG MOGELIJK HOUDEN

Zoals beschreven in hoofdstuk 6.1.3 zal de communicatie met de collector server in JSON formaat zijn. De reden voor het gebruik van JSON tegenover XML is dat XML meer data nodig heeft dan JSON voor hetzelfde stukje informatie. Ter voorbeeld hieronder een verzameling van personen met hierin twee personen met voornaam en achternaam in beide formaten:

XML:

```
<persons><person><name>John</name><surname>Doe</surname></person>
</persons>
```

Data kan in plaats van in child elementen ook als attributen worden opgenomen. Dit zou er dan zo uit zien als hieronder. Alle data als attributen is echter tegen de design principes van XML (Ogbuji, 2004). Volgens W3Schools (z.d.) hoort data over data (metadata) in attributen en echte data in elementen.

```
<persons><person name="John" surname="Doe"/><person name="John"
surname="Doe"/></persons>
```

JSON:

```
{"persons":[{"name":"John","surname":"Doe"}, {"name":"John","surname":"Doe"}]}
```


Wanneer er 30 gebruikers tegelijk de test uitvoeren, zal dat met alle gegevens uit hoofdstuk 6.3.1 (downloadsnelheid, type connectie en provider) een goed opgebouwd XML bestand zal een string opleveren die er ongeveer zo uit zal zien:

[illegible]

In JSON zal deze string er zo uit zien:

[illegible]

[illegible]

De XML string bevat 3993 UTF-8 karakters wat gelijk staat aan 3993 bytes (3,899kB). De JSON string bevat 3200 karakters wat gelijk staat aan 3200 bytes (3,125kB), zo'n 20% minder. Deze data zal elke seconde opgehaald worden. Bij een actieve tijd van het real-time gedeelte van ongeveer 5 minuten wordt met JSON 1MB data verbruikt. De app zal geen app zijn welke een lange tijd achter elkaar gebruikt wordt. In vergelijking bij een download test van 10 seconden met een snelheid van 30 Mbit/s (37,5MB) is 1MB aanvaardbaar. Als fallback kan ingesteld worden dat het real-time gedeelte automatisch stopt na 5 minuten.

7.6.3 CONCLUSIE

Een samenvatting van de downloadtijden is te zien in tabel 11. Om gebruikers invloed te geven op dit onderwerp kan de downloadtijd opgenomen worden in de instellingen van de app. De standaard tijd wordt dan ingesteld op 7 seconden. Hierbij zijn de hoogste gemiddelden gehaald, met een acceptabele standaarddeviatie.

SECONDEN	K WI-FI		P WI-FI		4G	
3	16,41	0,20	15,11	0,04	29,02	6,09
5	16,35	0,29	15,17	0,03	32,91	0,96
7	16,57	0,29	15,23	0,08	36,39	3,02
10	16,46	0,33	15,24	0,07	34,51	3,48

Tabel 11 – Resultaten downloadtijden in Mbit/s

Om het real-time dataverbruik zo laag mogelijk te houden is gekozen voor communicatie in het JSON formaat. Met gebruik van JSON wordt zo'n 20% minder dataverkeer gebruikt dan wanneer XML wordt gebruikt.

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

“Wat is de meest geschikte manier om een platform op te zetten, waarmee gebruikers met een app hun mobiele internetsnelheid met elkaar kunnen vergelijken?”

De hoofdvraag zoals hierboven geformuleerd komt voort uit het idee van Synleaf voor het opzetten van een collectieve mobiele internet snelheidsvergelijker. Om dit op te zetten was er bij Synleaf echter nog niet voldoende kennis. De resultaten van het onderzoek naar de deelvragen geven gedeeltelijk antwoord op de hoofdvraag.

Om een zo accuraat mogelijk resultaat te krijgen bij een snelheidsmeting is onderzocht welk algoritme/methode het best is voor de te realiseren app (client-side). De resultaten wijzen uit dat hiervoor de gebruikte algoritme van Ookla (van Speedtest.net) de beste resultaten geeft en daardoor het meest geschikt is. Dit algoritme werkt als volgt:

- Er worden tijdens het downloaden 30 samples per seconde verkregen
- Deze samples worden bij elkaar gevoegd tot 20 delen;
- De snelste 10% en de langzaamste 30% worden weggelaten;
- Van de overgebleven delen wordt het gemiddelde berekend om tot het eindresultaat te komen.

Tijdens de experimenten die zijn uitgevoerd tijdens dit onderzoek is naar voren gekomen dat bij het downloaden niet de bytes geteld moeten worden die zijn binnengehaald via de gebruikte HTTP connectie. Hiervoor moeten de ontvangen bytes (RX bytes) van het apparaat opgeteld worden. Daarbij blijkt het meerwaarde te hebben om meerdere HTTP connecties tegelijk te gebruiken om te downloaden.

Bij de backend (server-side) dienen een collector en een aantal nodes ingericht te zijn. De collector is ingericht naar de eisen en standaarden van Synleaf. Dit is een Linux server met Tomcat voor het draaien van de applicatie geschreven in Java en een MySQL database voor de dataopslag. Met behulp van de Comet technologie wordt het real-time gedeelte afgehandeld. De Java applicatie fungeert tevens als RESTful API waarbij via een HTTP POST request meetresultaten naar de server gestuurd kunnen worden. Synleaf heeft als doel gesteld dat bij de lancering van de app 30 simultane testen met een gemiddelde van 30Mbit/s uitgevoerd moeten kunnen worden. Dit kan opgevangen worden door huidig beschikbare servers als nodes te gebruiken. Hierbij wordt wel aanbevolen om de bandbreedte te monitoren, zodat er tijdig geanticipeerd kan worden op de benodigde bandbreedte. Voor uitbreiding en schaalbaarheid zal de Object Storage dienst van CloudVPS geschikt zijn. Met deze resultaten is de eerste deelvraag beantwoord.

Hoe de mobiele applicatie multi-platform opgezet kan worden en de meest geschikte manier hiervoor kan niet geheel uit de resultaten gehaald worden. Aan de eis van Synleaf dat minimaal 80% van de Nederlandse smartphone gebruikers bereikt moet kunnen worden, kan worden voldaan door Android vanaf versie 4.1 en iOS vanaf versie 7 te ondersteunen. Door tijdgebrek kon echter niet bepaald worden welke manier van ontwikkelen het meest geschikt is om de te ondersteunen platforms te kunnen bereiken. Om deze reden is gekozen om voor het proof of concept native te ontwikkelen. Een vervolgonderzoek wordt aanbevolen om de meest geschikte manier te vinden voor het multi-platform ontwikkelen van de definitieve app.

Een enquête heeft uitgewezen welke informatie meegenomen moet worden bij een vergelijking. Voor de real-time vergelijking zijn dit de volgende gegevens: downloadsnelheid, uploadsnelheid, het type connectie (3G/4G) en de provider. Bij de vergelijking moeten er geen gebruikers gefilterd worden. Ook voor een statische vergelijking blijkt interesse te zijn. Hierbij zijn volgens de respondenten de volgende gegevens interessant: de locatie (tot op wijk niveau), de provider, het type telefoon en het operating systeem (inclusief versie). Het doel van de app is het vergelijken van de downloadsnelheid. Om deze reden is de uploadsnelheid niet meegenomen in het proof of concept. Echter wordt er door de interesse van de gebruikers aanbevolen om bij de definitieve versie van de app ook de uploadsnelheid mee te nemen. Hiervoor zal dan ook de meest geschikte manier onderzocht moeten worden.

Het onderzoek wijst uit dat alle benodigde informatie uit het mobiele apparaat gehaald kan worden en er geen gebruikersinvoer nodig is.

De meest geschikte manier om apparaten van elkaar te onderscheiden blijkt per operating system iets te verschillen. Binnen iOS is hiervoor een speciale waarde: `identifieerForVendor`. Ook binnen Android is hiervoor een speciale waarde, echter blijkt deze niet geheel betrouwbaar. Het genereren van een universally unique identifier (UUID) op basis van gegevens uit het Android apparaat blijkt de meest geschikte oplossing te zijn voor deze kwestie. Deze waardes zijn niet direct te linken aan een persoon waardoor gebruikers anoniem blijven.

Om het dataverkeer van de applicatie zo laag mogelijk te houden blijkt bij de communicatie tussen de app en de collector het JSON formaat het meest geschikt te zijn. Daarnaast is er geëxperimenteerd met downloadtijden voor het bepalen van de snelheid. Een downloadtijd van zeven seconden blijkt het meest effectief te zijn. Om gebruikers controle over deze kwestie te geven zou dit in de app ingesteld moeten kunnen worden. Daarbij zal de standaard dan op zeven seconden ingesteld staan.

9 DISCUSSIE

Bij elk onderzoek zijn er zaken welke twijfelachtig kunnen zijn. Zo dus ook bij dit onderzoek. Feedback van verschillende personen heeft aangegeven dat er bij de enquête te weinig informatie beschikbaar is over de respondenten. Omdat de enquête redelijk technisch geformuleerd is, had het bijvoorbeeld handig kunnen zijn om te weten wat de voorkennis van respondenten is op ICT gebied. Bij te weinig kennis zou iemand bijvoorbeeld blind de enquête in kunnen vullen, omdat diegene het niet goed begrijpt. Deze resultaten zouden er vervolgens uitgefilterd kunnen worden. Echter kwam deze feedback in een te laat stadium en kon dit niet recht getrokken worden. Bij volgende enquêtes zal dit zeker meegenomen worden.

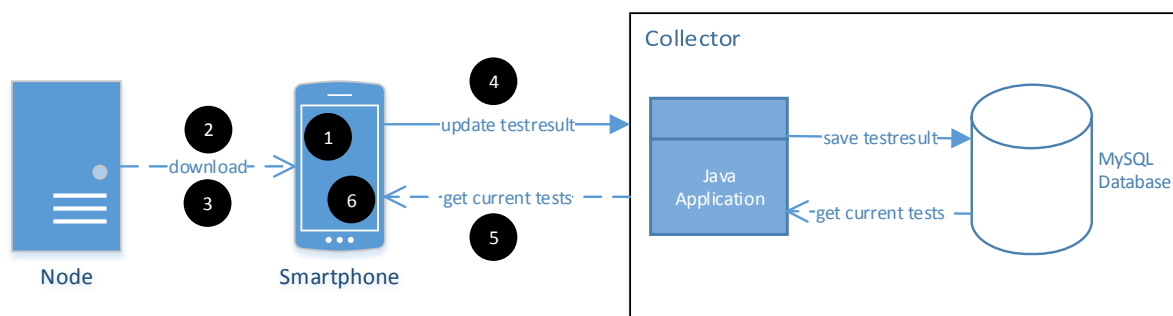
10 PROOF OF CONCEPT

Om te onderbouwen dat de onderzoeksresultaten kloppen is er een Proof of Concept (PoC) opgezet. Eerst zijn de functionele aspecten beschreven, gevolgd door de technische aspecten. Daarna wordt de acceptatietest besproken.

Het doel was om de schakels van de keten te doorbreken (hoofdstuk 4). Dit zijn de schakels:

1. Een gebruiker start de meting via een app op zijn mobiele telefoon.
2. De app maakt verbinding met een node om te downloaden.
3. De app begint met downloaden.
4. De app geeft de resultaten van de meting door aan de collector.
5. De app haalt informatie real-time op van de collector.
6. De app weergeeft de informatie op het scherm, zodat de gebruiker zijn meting kan zien samen met de vergelijking met anderen.

In figuur 13 is de workflow van het PoC te zien. Hierbij staan ook de plaatsen van alle schakels weergegeven.

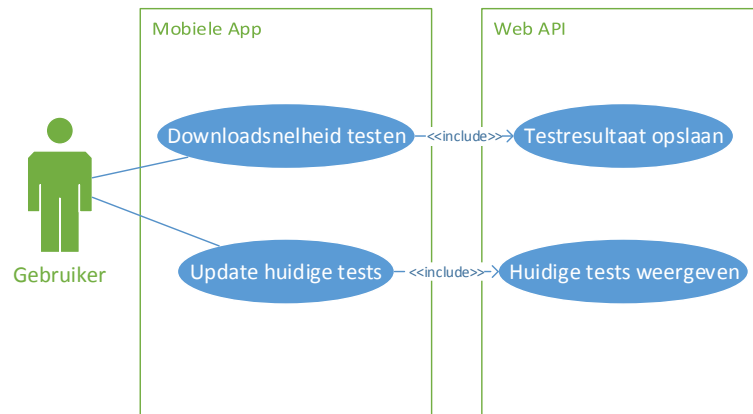


Figuur 13 – Workflow Proof of Concept

De door Synleaf vooraf gestelde eisen en het onderzoek hebben een aantal functionele eisen voortgebracht. De eisen van Synleaf waren vastgesteld in het Plan van Aanpak. Het proof of concept voldoet wanneer:

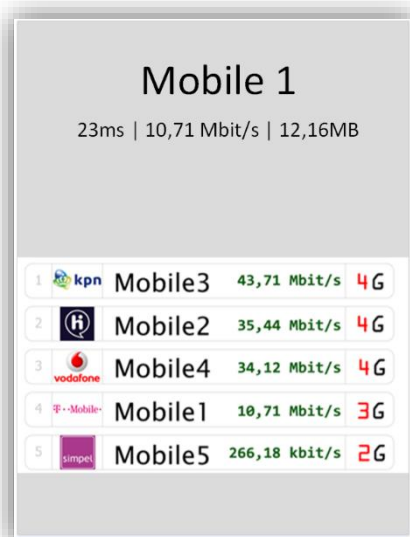
- Minimaal 2 gebruikers hun internetsnelheid kunnen testen;
- Gebruikers real-time hun ranking ten opzichte van elkaar kunnen zien;
- De app in ieder geval op Android draait.

Samen met de onderzoeksresultaten heeft dat geleid tot de use cases te zien in figuur 14, afkomstig uit het functioneel ontwerp.

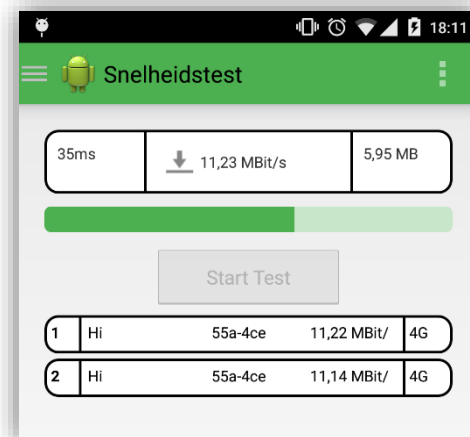


Figuur 14 – Use case diagram Proof of Concept

Hoofdstuk 2 en 3 van dit document hebben een schermontwerp voortgebracht. De lay-out van het PoC is hier dan ook op gebaseerd en is vergelijkbaar.



Figuur 15 – Schermontwerp



Figuur 16 – Lay-out Proof of Concept

Om te controleren of het PoC voldoet aan de eisen is een acceptatietest opgesteld. Deze is uitgevoerd door An Ramkisoen, de bedrijfsbegeleider en tevens opdrachtgever. Hij heeft daarbij bevonden dat het PoC aan de eisen voldoet en het doel van het project is behaald. De goedgekeurde acceptatietest is te vinden in **Bijlage H**.

11 LITERATUURLIJST

- Agile in a Nutshell. (z.d.). *Scrum*. Retrieved november 28, 2014, from <http://www.agilenutshell.com/scrum>
- Amazon. (z.d.). *Amazon S3 Pricing*. Opgeroepen op oktober 2, 2014, van <http://aws.amazon.com/s3/pricing/>
- AMS-IX. (2013). *Amsterdam Internet Exchange Real Time Stats*. Opgeroepen op september 22, 2014, van <https://ams-ix.net/technical/statistics/real-time-stats>
- Android. (2014, oktober 21). *android.location*. Opgeroepen op oktober 29, 2014, van <http://developer.android.com/reference/android/location/package-summary.html>
- Android. (2014, oktober 21). *public class Build*. Opgeroepen op oktober 29, 2014, van <http://developer.android.com/reference/android/os/Build.html>
- Android. (2014, oktober 21). *TelephonyManager*. Opgeroepen op oktober 29, 2014, van http://developer.android.com/reference/android/telephony/TelephonyManager.html#NETWORK_TYPE_1xRTT
- Android. (2014, oktober 21). *TrafficStats*. Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <http://developer.android.com/reference/android/net/TrafficStats.html>
- Android. (z.d.). *Dashboards*. Opgeroepen op oktober 14, 2014, van <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
- Apple. (2013, september 18). *Core Location Framework Reference*. Opgeroepen op oktober 31, 2014, van https://developer.apple.com/library/ios/documentation/CoreLocation/Reference/CoreLocation_Framework/index.html#/apple_ref/doc/uid/TP40007123
- Apple. (2013, augustus 8). *CTCarrier Class Reference*. Opgeroepen op oktober 22, 2014, van https://developer.apple.com/library/ios/documentation/NetworkingInternet/Reference/CTCarrier/index.html#/apple_ref/occ/instp/CTCarrier/carrierName
- Apple. (2014, april 15). *iOS: een goed begrip van mobiele datanetwerken*. Opgeroepen op november 2014, 2014, van <http://support.apple.com/nl-nl/ht1976>
- Apple. (2014, september 17). *UIDevice Class Reference*. Opgeroepen op oktober 29, 2014, van https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UIKit/Reference/UIDevice_Class/index.html#/apple_ref/occ/instp/UIDevice/systemVersion

- Apple. (z.d.). *App Store Distribution*. Opgeroepen op oktober 14, 2014, van <https://developer.apple.com/support/appstore/>
- Apple. (z.d.). *What's New in iOS 7.0*. Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <https://developer.apple.com/library/ios/releasenotes/General/WhatsNewIniOS/Articles/iOS7.html>
- Burrows, J. (2014, juli 27). *Is there a unique Android device ID?* Opgeroepen op november 6, 2014, van <http://stackoverflow.com/a/17625641>
- CloudVPS. (z.d.). *Kosten en facturatie object store*. Opgeroepen op oktober 13, 2014, van <http://www.cloudvps.nl/community/knowledge-base/kosten-en-facturatie-object-store/>
- Coryat, J. (2010, augustus 15). *Settings.Secure.ANDROID_ID not unique on DROID2?* Opgeroepen op november 6, 2014, van <https://groups.google.com/forum/#!topic/android-developers/U4mOUI-rPY>
- Dolman, B. (2010, oktober 1). *How to estimate download time remaining (accurately)?* Opgeroepen op september 20, 2014, van <http://stackoverflow.com/questions/2779600/how-to-estimate-download-time-remaining-accurately>
- dplum. (2012, juli 4). *How can I get current location from user in iOS*. Opgeroepen op oktober 31, 2014, van <http://stackoverflow.com/a/11334031>
- Engelfried, A. (2014, januari 24). *Wifi-tracking: winkels volgen je voetsporen*. Opgeroepen op november 6, 2014, van <http://blog.iusmentis.com/2014/01/24/wifi-tracking-winkels-volgen-je-voetsporen/>
- Field, J. (2011, december 5). *How to retrieve user's current city name?* Opgeroepen op oktober 31, 2014, van <http://stackoverflow.com/a/8383950>
- Fischer, T., & Julsing, M. (2014). *Onderzoek doen!* (2e ed.). Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Hi. (z.d.). *Wat houdt Hi Sim-only 6 GB 4G in?* Opgeroepen op september 26, 2014, van <http://www.hi.nl/abbonementen/simonly/simonly-6-gb-4g.htm>
- International Telecommunication Union. (2010, december 6). *ITU World Radiocommunication Seminar highlights future communication technologies*. Opgeroepen op november 7, 2014, van http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2010/48.aspx#.VF_CY_lwvFs

- Internet Society. (2012, Oktober 3). *Internet Society / Open Internet NL*. Opgeroepen op September 11, 2014, van http://open.internet.nl/?page_id=31
- Izzy. (2013, november 3). *What are the different signal indicators available on the notification bar?* Opgeroepen op november 4, 2014, van <http://android.stackexchange.com/questions/56269/what-are-the-different-signal-indicators-avalable-on-the-notification-bar>
- KPN. (2014, september 18). *4G+ en 4G via 1800Mhz een feit in Den Haag*. Opgeroepen op oktober 10, 2014, van <http://corporate.kpn.com/pers/persberichten/4g-en-4g-via-1800mhz-een-feit-in-den-haag-1.htm>
- KPN. (z.d.). *Mobiele abonnementen voor je telefoon*. Opgeroepen op september 26, 2014, van <http://www.kpn.com/prive/mobiel/toestel-en-abonnement/abonnementen.htm>
- Markel, T. A. (z.d.). *iOS System Utilities*. Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <http://www.binpress.com/app/ios-system-utilities/908>
- Microsoft. (z.d.). Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/Apps/windows.networking.connectivity.networkusage.bytesreceived>
- Ogbuji, U. (2004, maart 4). Principles of XML design: When to use elements. *IBM developerWorks*, 1-7. Opgeroepen op november 14, 2014, van <http://www.ibm.com/developerworks/library/x-eleatt/x-eleatt-pdf.pdf>
- OhhMee. (2012, juni 25). *ios iphone get device model and make?* Opgeroepen op oktober 29, 2014, van <http://stackoverflow.com/a/11197770>
- OVH. (z.d.). *Public Cloud Storage*. Opgeroepen op oktober 3, 2014, van <http://www.ovh.nl/cloud/storage/#tarifs>
- Rackspace. (z.d.). *Prijzen van Cloud Files*. Opgeroepen op oktober 2, 2014, van <http://www.rackspace.nl/cloud/files/pricing>
- rkcoenes. (2013, november 12). *Finding IMEI number using Objective-C*. Opgeroepen op november 6, 2014, van <http://stackoverflow.com/a/19927376>
- Rijksoverheid. (z.d.). *Vrije toegang tot internetdiensten (netneutraliteit)*. Opgeroepen op September 11, 2014, van <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/internet/vrije-toegang-tot-internetdiensten-netneutraliteit>
- Sechan, G. (2014, juli 8). *Location tracking*. Opgeroepen op oktober 29, 2014, van <http://gabesechansoftware.com/location-tracking/>

- Sendspace. (z.d.). *Terms of Use*. Opgeroepen op oktober 7, 2014, van <https://www.sendspace.com/terms.html>
- SmartFile. (z.d.). *Developer Pricing*. Opgeroepen op oktober 2, 2014, van <https://www.smartfile.com/developer/#dev-pricing>
- Speedtest.net. (2012, januari 13). *How does the test itself work? How is the result calculated?* Opgeroepen op september 20, 2014, van <https://support.speedtest.net/entries/20862782-How-does-the-test-itself-work-How-is-the-result-calculated->
- SpiderOak. (z.d.). Opgeroepen op oktober 2, 2014, van <https://nimbus.io/>
- StatCounter. (2014). *Top Mobile Operating Systems Per Country in Europe from 1 Aug to 14 Oct 2014*. Opgeroepen op oktober 14, 2014, van http://gs.statcounter.com/#mobile_os-eu-daily-20140801-20141014-map
- TinyUpload. (z.d.). *Rules*. Opgeroepen op oktober 7, 2014, van <http://www.tinyupload.com/index.php?act=rules>
- user982705. (2011, november 4). *iPhone Data Usage Tracking/Monitoring*. Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <http://stackoverflow.com/questions/7946699/iphone-data-usage-tracking-monitoring>
- Valuta.nl. (z.d.). *Valuta*. Opgeroepen op oktober 17, 2014, van <http://www.valuta.nl/>
- Vodafone. (z.d.). *4G+*. Opgeroepen op september 26, 2014, van <https://www.vodafone.nl/4g/plus/>
- W, J. (2013, december 2). *CoreTelephony Framework iOS 7*. Opgeroepen op oktober 23, 2014, van <http://stackoverflow.com/questions/18961271/coretelephony-framework-ios-7>
- W3Schools. (z.d.). *XML Elements vs. Attributes*. Opgeroepen op november 14, 2014, van http://www.w3schools.com/dtd/dtd_el_vs_attr.asp
- Wikipedia. (2014, juni 10). *Generaties mobiele telefonie*. Opgeroepen op oktober 22, 2014, van http://nl.wikipedia.org/wiki/Generaties_mobiele_telefonie
- Wikipedia. (2014, november 18). *Slow-start*. Opgeroepen op november 18, 2014, van <http://en.wikipedia.org/wiki/Slow-start>

BIJLAGE A. PLAN VAN AANPAK**INHOUD**

Inleiding	53
1 Achtergronden	54
1.1 De Organisatie.....	54
1.2 Stakeholders.....	54
1.3 Aanleiding van het project.....	56
2 Probleemstelling / Doelstelling	58
3 De Opdracht.....	60
3.1 Hoofdvraag.....	60
3.2 Deelvragen	60
3.3 Onderzoeksmethoden	61
4 Projectgrenzen en Randvoorwaarden	62
4.1 Wat zit er wel in het project?.....	62
4.2 Wat zit er niet in het project?.....	62
4.3 Randvoorwaarden	62
5 Projectactiviteiten.....	63
5.1 Plan van aanpak.....	63
5.2 Onderzoek.....	63
5.3 Proof of Concept.....	63
5.4 Functioneel en Technisch Ontwerp	63
5.5 Scriptie	64
6 De Producten.....	65

6.1	Plan van Aanpak	65
6.2	Onderzoeksrapport	66
6.3	Proof of Concept.....	66
6.4	Functioneel Ontwerp.....	67
6.5	Technisch Ontwerp.....	68
6.6	Scriptie	68
7	Kwaliteit	69
7.1	Projectmanagement.....	69
7.2	Onderzoek.....	70
7.3	Documentatie	70
7.4	Ontwerpen en Modellen.....	71
7.5	Code.....	71
8	Projectorganisatie	71
9	Planning	72
9.1	Communicatie	72
9.2	Sprintplanning	72
9.3	Mijlpalen.....	74
10	Risico's	75
11	Literatuurlijst	76

INLEIDING

In dit document worden de aanleiding, omschrijving en aanpak van het project “Collectieve internet snelheidsvergelijker voor mobiele telefoons” beschreven. Dit project wordt uitgevoerd bij Synleaf te Hilversum en dient als afstudeeropdracht voor de opleiding Informatica aan de Hogeschool Utrecht.

Dit document is bestemd voor de afstudeerder, de hogeschool en het bedrijf. Aan de hand van dit document wordt contractueel vastgelegd wat de student gaat uitvoeren tijdens dit project.

In hoofdstuk 1 worden het bedrijf en de aanleiding van het project omschreven. In hoofdstuk 2 worden de probleemstelling en de doelstelling beschreven. De opdracht met onderzoeksvragen komt aan bod in hoofdstuk 3. Om het project af te bakenen worden de projectgrenzen en randvoorwaarden beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de projectactiviteiten omschreven. Tijdens het project worden een aantal producten opgeleverd. Deze zijn beschreven in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 zijn een aantal methodes beschreven om de kwaliteit van het project te waarborgen. De projectorganisatie is omschreven in hoofdstuk 8. De planning van het project is weergegeven in hoofdstuk 9. In hoofdstuk 10 zijn de projectrisico's onderkend en voor deze risico's zijn maatregelen beschreven. Ten slotte is in hoofdstuk 11 een lijst te vinden van de literatuur die gebruikt is ter ondersteuning van dit document.

1 ACHTERGRONDEN

1.1 DE ORGANISATIE

Synleaf is een klein innovatief bedrijf. De student is al enige tijd werkzaam in de organisatie als software ontwikkelaar. Synleaf richt zich op het ontwikkelen van software welke informatie real-time beschikbaar maakt.

Hoe sneller informatie wordt getoond en bijgewerkt, hoe meer waarde het heeft. In deze 24-uurseconomie is het noodzakelijk om op de hoogte te zijn van de meest recente gebeurtenissen. Synleaf ontwikkelt producten dat klanten in staat stelt altijd op de hoogte te zijn van de laatste informatie. Alle monitoring, rapportages en analyses worden eenvoudig gemaakt, ongeacht de databron en datagrootte. De missie van Synleaf is om die reden ook: Iedereen toegang verschaffen tot real-time informatie.

1.2 STAKEHOLDERS

1.2.1 AFSTUDEERDER

De afstudeerder is de persoon die het project zal uitvoeren. Wanneer hij dit project tot een goed einde weet te brengen zal hij zijn diploma behalen voor de opleiding HBO Informatica aan de Hogeschool Utrecht. Hieronder de contactgegevens van de afstudeerder:

Naam	Daniël Spee
Studentnummer	1604353
Telefoonnummer	+31 (0) 6-19019617
E-mail	daniel.spee@student.hu.nl

1.2.2 HOGESCHOOL UTRECHT

De Hogeschool zal tijdens en na de uitvoering van dit project de competenties van de afstudeerder beoordelen, zodat vastgesteld kan worden of deze op HBO niveau zijn. Om de uitvoering van het project te ondersteunen en te controleren is een begeleider aangesteld. Hieronder de contactgegevens van de begeleider vanuit de hogeschool:

Naam	Peter van Rooijen
Telefoonnummer	+31 (0) 88-4818826
E-mail	peter.vanrooijen@hu.nl

1.2.3 SYNLEAF

Synleaf is het bedrijf dat de opdracht aan de afstudeerder en de Hogeschool aanbiedt om de student te kunnen laten afstuderen. Met dit project zal Synleaf zijn marktpositie kunnen verbeteren en zijn kennis verbreden. Om de afstudeerder hierbij te ondersteunen en te controleren is er een begeleider aangesteld. Hieronder de contactgegevens van de begeleider vanuit het bedrijf:

Naam	An Ramkisoen
Telefoonnummer	+31 (0) 6-53945177
E-mail	an@synleaf.com

1.3 AANLEIDING VAN HET PROJECT

Recentelijk heeft Synleaf een platform ontwikkeld voor het meten van het energieverbruik bij consumenten thuis. Binnen dit platform hebben gebruikers de mogelijkheid om hun persoonlijke energieverbruik te spiegelen aan de energieprijzen van diverse energieleveranciers (Figuur 1). Hiermee heeft Synleaf waardevolle informatie in handen voor consumenten. Consumenten kunnen hiermee zien welke energieleverancier voor hun het goedkoopst is. De mogelijkheid voor vergelijken heeft bij consumenten veel positieve reacties opgeleverd.

Contractduur: 3 jaar ▼ Tarief: Normaal-/laagtarief ▼ Maand: Vorige maand ▼ [Filter](#)

1		Beetje groen 3 jaar vast (Normaal-/laagtarief) Kosten stroom: € 57.14 Kosten gas: € 19.00	Vastrecht stroom: € 2.40 Vastrecht gas: € 2.40	€ 80.94
2		Iets groener 3 jaar vast (Normaal-/laagtarief) Kosten stroom: € 57.29 Kosten gas: € 19.00	Vastrecht stroom: € 2.40 Vastrecht gas: € 2.40	€ 81.09
3		Elektriciteit (3 jaar) en Gas (Variabel) (Normaal-/laagtarief) Kosten stroom: € 58.04 Kosten gas: € 20.08	Vastrecht stroom: € 1.82 Vastrecht gas: € 1.82	€ 81.74
4		Echt groen 3 jaar vast (Normaal-/laagtarief) Kosten stroom: € 57.64 Kosten gas: € 19.00	Vastrecht stroom: € 2.40 Vastrecht gas: € 3.27	€ 82.31
5		100% Pure Energie - 3 jaar vast (Normaal-/laagtarief) Kosten stroom: € 57.63 Kosten gas: € 20.27	Vastrecht stroom: € 2.42 Vastrecht gas: € 2.42	€ 82.73

Figuur 17 – Vergelijken prijzen energieleveranciers

Voorgaande opdrachten zijn voornamelijk verkregen door het aantonen dat Synleaf kennis bezit om verschillende soorten informatie real-time te verzamelen en te verwerken. Zo heeft Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX) (2013), het grootste internet knooppunt van de wereld, gebruik gemaakt van de kennis van Synleaf voor real-time netwerkstatistieken. Om de marktpositie te verbeteren en zichzelf te promoten wil Synleaf kunnen laten zien dat zij op verschillende toepassingsgebieden informatie kunnen verzamelen en deze informatie toonbaar kunnen maken. Synleaf heeft tijdens het netwerkstatistieken project voor AMS-IX op basis van gesprekken met medewerkers geconcludeerd dat er behoefte is aan collectieve mobiele internetsnelheidsmeting. Op dit gebied zijn enkel oplossingen die dit individueel doen in plaats van collectief. Voor Synleaf een goede mogelijkheid om de mobiele wereld te betreden en te kunnen laten zien dat Synleaf ook op dit gebied kennis bezit. Gezien de positieve reacties op de vergelijking van energieprijzen wil Synleaf consumenten de

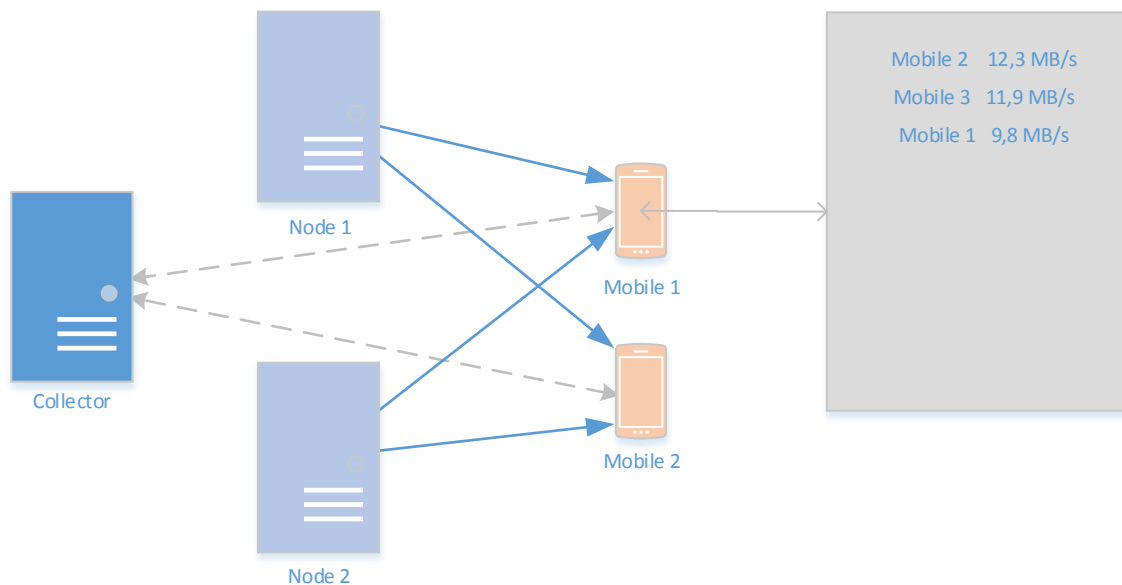
mogelijkheid bieden om hun mobiele internetsnelheid met elkaar te vergelijken. Hiervoor moet een platform worden opgezet, waarbij gebruikers via een mobiele app een snelheidstest kunnen doen. Bij het doen van een test kunnen zij real-time hun eigen ranking zien ten opzichte van andere gebruikers (soortgelijk aan Figuur 1). Naast goede marketing voor Synleaf zou dit dus ook een leuke gadget voor de consumenten kunnen zijn. Ook kunnen de gegevens die in dit platform worden verzameld gebruikt worden voor een onderzoek met betrekking tot netneutraliteit. Netneutraliteit betekent dat aanbieders van internet zonder gegronde reden geen diensten of toepassingen van concurrenten mogen blokkeren of vertragen (Rijksoverheid, z.d.). Sinds januari 2013 is netneutraliteit vastgelegd in de Telecommunicatiewet (Artikel 7.4a).

Synleaf is lid van de organisatie Internet Society (ISOC). ISOC is de internationale organisatie voor globale samenwerking en coördinatie voor het internet en gerelateerde technologieën en toepassingen. ISOC streeft naar een internet dat bruikbaar en toegankelijk is voor iedereen (Internet Society, 2012). In samenwerkingsverband levert Synleaf kennis in het kader van netneutraliteit.

Binnen het op te zetten platform worden gegevens verzameld om de vergelijkingen mogelijk te maken. Deze informatie kan op de achtergrond ook gebruikt worden voor een onderzoek met betrekking tot netneutraliteit. Zoals bekend zijn er telecom providers die gebruik maken van het netwerk van andere telecom providers. In principe zouden abonnementen van die providers met dezelfde internetsnelheid even snel moeten zijn. Uit de verzamelde informatie zou kunnen blijken dat dit in de praktijk niet het geval is. Synleaf kan ISOC en/of providers daarop attenderen, zodat zij verder onderzoek kunnen verrichten. Bij het verzamelen van informatie moet wel rekening gehouden worden met de privacy van de gebruikers.

2 PROBLEEMSTELLING / DOELSTELLING

Er moet een platform worden opgezet waarbij gebruikers met een mobiele app een internetsnelheidstest kunnen doen. Er is een beeld over hoe dit platform opgezet zou kunnen worden. Binnen Synleaf is er echter nog niet voldoende kennis om een dergelijk platform op te zetten. Ook is niet duidelijk of dit beeld over de opzet de meest geschikte manier is. Daarbij is ook nog niet geheel duidelijk wat de mogelijkheden zijn voor het verkrijgen van informatie van gebruikers die relevant is voor de vergelijkingen en welke informatie überhaupt relevant is.



Figuur 18 – Workflow platform

In figuur 2 is het beeld over de opzet van het platform, wat er op dit moment is, weergegeven. Helemaal rechts is een schets van het scherm van een willekeurige smartphone te zien welke op dit moment met een app de meting uitvoert. Hierbij wordt de vergelijking met andere gebruikers weergegeven. Links van dit scherm staan smartphones weergegeven. In dit diagram zijn er twee weergegeven, maar dit zouden er ook meer kunnen zijn. Om de meting uit te voeren moet de app op de smartphone data downloaden van een zogenoemde node. Een node is een server waar een of meerdere bestanden beschikbaar zijn om te downloaden voor de test. Omdat een node maar over een beperkte hoeveelheid bandbreedte beschikt zijn er, als veel smartphones tegelijk een meting uitvoeren, meerdere nodes nodig om voldoende bandbreedte beschikbaar te hebben. Als er niet genoeg bandbreedte beschikbaar is zal de test immers langzamer zijn en geeft de test een onjuiste uitkomst. De app zal een node met voldoende bandbreedte moeten selecteren. De app zal tijdens en na de meting de resultaten door sturen naar de collector. De collector is een server waar alle metingen worden opgeslagen. Deze stelt de resultaten daarna beschikbaar voor de real-time vergelijking. Op

nog onbepaalde momenten stuurt de collector de real-time informatie naar de gebruiker, welke dan zijn snelheid in vergelijking met andere gebruikers kan zien.

Het doel van dit project is duidelijkheid scheppen en kennis bieden over de manier van opzetten van het platform. De keten van het meten (snelheidstest) naar het weten (ranking van de gebruiker weergeven) moet worden doorbroken. De schakels van deze keten zijn, aan de hand van figuur 2, hieronder benoemd. Deze schakels zijn echter nog niet geheel duidelijk en er moet dus onderzocht worden hoe deze gerealiseerd moeten worden.

7. Een gebruiker start de meting via een app op zijn mobiele telefoon.
 - a. Hoe kan deze app multi platform (Android, iOS, Windows Phone) worden opgezet?
8. De app maakt verbinding met nodes om te downloaden.
 - a. Zijn deze nodes servers van Synleaf, of is een andere oplossing makkelijker/beter (Amazon S3 of Dropbox bijvoorbeeld), rekening houdend met nodige bandbreedte en schaalbaarheid (d.w.z. aantal metingen tegelijkertijd)?
9. De app begint met downloaden.
 - a. Moet dit één bestand zijn, of meerdere?
 - b. Hoe groot moet(en) dit/deze bestand(en) zijn?
10. De app geeft de resultaten van de meting door aan de collector.
 - a. Welke informatie is relevant en moet hierbij worden doorgegeven? Denk bij deze informatie aan bijvoorbeeld downloadsnelheid, GPS locatie (of alleen stad/regio?), netwerk operator, abonnement type, provider etc. Hierbij moet ook gedacht worden aan anonimiteit (privacy) van gebruikers.
 - b. Hoe kan die informatie verkregen worden?
11. De app haalt informatie real-time op van de collector.
 - a. Wanneer start dit?
 - b. Kan dit de gehele tijd wanneer de app actief is (denk aan dataverbruik)?
 - c. Wanneer stopt dit?
12. De app weergeeft de informatie op het scherm, zodat de gebruiker zijn meting kan zien samen met de vergelijking met anderen.
 - a. Welke informatie moet worden weergegeven (wat zouden gebruikers willen zien)? Denk hierbij aan dezelfde informatie als bij punt 4b.
 - b. Hoe wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende gebruikers? Ook weer denkend aan anonimiteit.

Al deze punten leiden tot een centrale vraag met een aantal deelvragen die beantwoord moeten worden om de doelstelling van het project te bereiken. Deze vragen staan beschreven in het volgende hoofdstuk.

3 DE OPDRACHT

De opdracht omvat onderzoek doen naar de meest geschikte manier om het platform op te zetten. Met behulp van dit platform moeten gebruikers van het platform hun internetsnelheid met elkaar kunnen vergelijken. Om aan te tonen dat het platform deze mogelijkheid kan bieden en de keten doorbroken is dient er een proof of concept te worden opgezet.

3.1 HOOFDVRAAG

Om het doel van dit project te bereiken is antwoord nodig op de volgende vraag:

Wat is de meest geschikte manier om een platform op te zetten, waarmee gebruikers met een app hun mobiele internetsnelheid met elkaar kunnen vergelijken?

3.2 DEELVRAGEN

Om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden is antwoord op de onderstaande deelvragen nodig. Per deelvraag is gelinkt naar de punten van het vorige hoofdstuk.

7. Wat is de meest geschikte manier voor een nauwkeurige internet snelheidsmeting (client-side en server-side)? (2a, 3a, 3b)
8. Hoe kan de mobiele applicatie multi platform (Android, iOS, Windows Phone) worden opgezet en wat is voor het te maken platform de meest geschikte manier? (1a)
9. Welke informatie moet meegenomen worden bij een vergelijking, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers? (4a, 6a)
10. Wat van die informatie kan uit het mobiele apparaat gehaald worden en wat door gebruikersinvoer? (4b)
11. Wat is de meest geschikte manier om mobiele apparaten van elkaar te onderscheiden binnen het platform, rekening houdend met anonimiteit (privacy) van gebruikers? (6b)
12. Hoe wordt het dataverkeer van de mobiele applicatie zo laag mogelijk gehouden? (5a, 5b, 5c)

3.3 ONDERZOEKSMETHODEN

Om het onderzoek zo goed mogelijk uit te voeren wordt er gebruik gemaakt van een aantal onderzoeksmethoden. Er wordt zowel desk- als fieldresearch uitgevoerd. Bij fieldresearch wordt gebruik gemaakt van kwantitatieve methodes. Hieronder wordt per deelvraag aangegeven wat de onderzoeksfunctie van de vraag is en welke methode hierbij gebruikt gaat worden.

#	ONDERZOEKSFUNCTIE	ONDERZOEKSMETHODE
1	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment
2	Vergelijkend	Literatuuronderzoek
3	Beschrijvend/evaluerend	Literatuuronderzoek, enquête
4	Beschrijvend	Literatuuronderzoek
5	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment
6	Vergelijkend/beschrijvend	Literatuuronderzoek, experiment

3.3.1 LITERATUURONDERZOEK

Bij literatuuronderzoek wordt gebruik gemaakt van bestaande gegevens in de vorm van bijvoorbeeld algemene literatuur, voorgaande onderzoeken of databases (Fischer & Julsing, 2014, p. 57). Bestaande gegevens die geraadpleegd gaan worden voor dit onderzoek zijn onder andere API documentatie, de stackoverflow database en voorgaande onderzoeken.

3.3.2 ENQUÊTE

Synleaf heeft toegang tot een grote community met 100 à 200 leden. Deze community is makkelijk te bereiken voor informatie en het verleden heeft uitgewezen dat hier op korte termijn bruikbare resultaten te behalen zijn. Met de enquête voor de derde deelvraag zal ook gebruik gemaakt worden van die community.

4 PROJECTGRENZEN EN RANDVOORWAARDEN

4.1 WAT ZIT ER WEL IN HET PROJECT?

Tijdens dit project wordt er onderzoek gedaan naar de opzet van een platform. Op basis van dit onderzoek wordt een onderzoeksrapport opgesteld. Om bewijs te geven voor de uitkomst van het onderzoek zal er een proof of concept opgezet worden. Bij het proof of concept worden ook een functioneel en technisch ontwerp opgesteld. Deze zullen als basis dienen voor het complete platform.

4.2 WAT ZIT ER NIET IN HET PROJECT?

In dit project zit niet de realisatie van een compleet platform.

4.3 RANDVOORWAARDEN

Voor de uitvoer van dit project zijn de volgende randvoorwaarden gesteld:

- Er is een werkplek beschikbaar voor de student bij Synleaf waar hij alle werkzaamheden uit kan voeren.
- De bedrijfsbegeleider is te allen tijde telefonisch en per email beschikbaar voor de student indien dat nodig is. Persoonlijke afspraken dienen minimaal 3 werkdagen van te voren te worden aangegeven om beschikbaarheid van de bedrijfsbegeleider te kunnen garanderen.
- Initiatief voor contact komt vanuit de student.
- Omdat Java binnen Synleaf de gangbare programmeertaal is en de student hier de meeste kennis van heeft, zal het server-side gedeelte van het platform in Java worden ontwikkeld.
- Om diezelfde redenen zal bij de opslag van data gebruikt worden gemaakt van een MySQL oplossing.
- Hetzelfde geldt voor het real-time gedeelte van de server-side dat de Comet techniek gebruikt zal worden, tenzij resultaten van het onderzoek expliciet vermelden dat er een andere techniek gebruikt moet worden.
- Voor het onderzoek is voldoende budget beschikbaar om eventueel benodigde abonnementen of diensten aan te schaffen.
- Voor het realiseren van het proof of concept is er voldoende budget en zijn er voldoende middelen beschikbaar. Onder middelen vallen bijvoorbeeld servers en hosting die nodig zijn voor de werking van het proof of concept.

5 PROJECTACTIVITEITEN

Per projectonderdeel zijn een aantal activiteiten die uitgevoerd zullen worden. Deze activiteiten staan hieronder weergegeven. Per onderdeel staan de activiteiten in chronologische volgorde. Sommige onderdelen zullen overlap hebben in tijd.

5.1 PLAN VAN AANPAK

1. Opstellen plan van aanpak.
2. Opleveren concept versie.
3. Feedback verwerken.
4. Opleveren definitieve versie.

5.2 ONDERZOEK

1. Deskresearch deelvraag 1.
2. Deskresearch deelvraag 2.
3. Deskresearch deelvraag 3.
4. Enquête opstellen voor deelvraag 3.
5. Enquête deelvraag 3 verspreiden.
6. Enquêteresultaten deelvraag 3 verwerken.
7. Deskresearch deelvraag 4.
8. Deskresearch deelvraag 5.
9. Deskresearch deelvraag 6.
10. Opstellen onderzoeksrapport.
11. Controle onderzoeksrapport.
12. Feedback verwerken.
13. Opleveren onderzoeksrapport.

5.3 PROOF OF CONCEPT

Omdat het proof of concept wordt beïnvloed door het onderzoek kunnen de activiteiten niet helemaal specifiek benoemd worden. Dit zal later in het project bepaald worden.

1. Opzetten server-side gedeelte.
2. Mobiele applicatie ontwikkelen.
3. Server-side gedeelte testen.
4. Mobiele applicatie testen.

5.4 FUNCTIONEEL EN TECHNISCH ONTWERP

1. Opstellen functioneel ontwerp.
2. Opstellen technisch ontwerp.
3. Controleren functioneel ontwerp.
4. Feedback verwerken.
5. Controleren technisch ontwerp.
6. Feedback verwerken.
7. Opleveren functioneel en technisch ontwerp.

5.5 SCRIPTIE

1. Opstellen scriptie.
2. Opleveren eerste concept versie.
3. Feedback verwerken eerste concept versie.
4. Opleveren tweede concept versie.
5. Feedback verwerken tweede concept versie.
6. Opleveren definitieve versie.

6 DE PRODUCTEN

6.1 PLAN VAN AANPAK

6.1.1 GEBRUIKSDOEL

Het plan van aanpak beschrijft wat het project precies inhoudt, wat het doel is van het project en hoe het project dient te verlopen. Tevens worden alle afspraken hierin beschreven.

6.1.2 SAMENSTELLING

Het plan van aanpak bevat de volgende onderdelen:

- Samenvatting;
- Inleiding;
- Achtergronden;
- Probleemstelling / doelstelling;
- De opdracht;
- Projectgrenzen en randvoorwaarden;
- Projectactiviteiten;
- Producten;
- Kwaliteit;
- Projectorganisatie;
- Planning;
- Risico's;
- Begrippenlijst;
- Literatuurlijst.

6.1.3 KWALITEITSCRITERIA

Dit document dient door zowel de bedrijfsbegeleider als de docentbegeleider te worden goedgekeurd alvorens het project mag worden voorgezet. Alle onderdelen dienen aanwezig te zijn. Het document dient te voldoen aan de eisen gesteld in de afstudeerleidraad (Hogeschool Utrecht, 2014, pp. 17, 18).

6.2 ONDERZOEKSRAPPORT

6.2.1 GEBRUIKSDOEL

In het onderzoeksrapport wordt het proces van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek beschreven.

6.2.2 SAMENSTELLING

- Samenvatting;
- Inleiding;
- Aanleiding;
- Context;
- Probleemstelling;
- Doelstelling;
- Centrale vraag en deelvragen;
- Methoden;
- Resultaten;
- Conclusies;
- Discussie (optioneel);
- Begrippenlijst;
- Literatuurlijst.

6.2.3 KWALITEITSCRITERIA

De resultaten van het onderzoek dienen antwoord te geven op de deelvragen en daarmee ook op de hoofdvraag. Alle onderdelen dienen aanwezig te zijn.

6.3 PROOF OF CONCEPT

6.3.1 GEBRUIKSDOEL

Het proof of concept dient als bewijs voor de resultaten van het onderzoek en als basis voor het uiteindelijke platform.

6.3.2 SAMENSTELLING

Het proof of concept bevat de volgende onderdelen:

- Server omgeving;
 - Server(s) voor download omgeving;

- Comet gedeelte voor het beschikbaar stellen van real-time informatie;
 - Database omgeving voor het bewaren van testresultaten;
- Mobiele applicatie;
 - Onderdeel voor snelheidsmeting;
 - Onderdeel voor real-time vergelijking;
 - Grafische interface.

6.3.3 KWALITEITSCRITERIA

Het proof of concept is voldoende wanneer minimaal 2 gebruikers hun internetsnelheid kunnen testen en real-time hun ranking ten opzichte van elkaar kunnen zien. Android is hierbij het belangrijkste mobiele operating system. De app moet daarom in ieder geval op Android draaien. Tevens moeten de resultaten van de testen overeenkomen met andere speedtest apps.

6.4 FUNCTIONEEL ONTWERP

6.4.1 GEBRUIKSDOEL

Het functioneel ontwerp beschrijft alle functionele aspecten van het proof of concept. Hier staan schermontwerpen (of wireframes), use cases, activiteitendiagrammen en een domeinmodel in.

6.4.2 SAMENSTELLING

Het functioneel ontwerp bevat de volgende onderdelen:

- Samenvatting;
- Inleiding
- Use case model;
- Use case scenario's;
- Activiteitendiagrammen;
- Schermontwerpen;
- Domeinmodel.

6.4.3 KWALITEITSCRITERIA

De ontwerpen en modellen dienen te voldoen aan het UML (Unified Modeling Language) standaard. Alle functionele aspecten van het proof of concept dienen in dit document te zijn beschreven. Alle onderdelen dienen aanwezig te zijn.

6.5 TECHNISCH ONTWERP

6.5.1 GEBRUIKSDOEL

Het technisch ontwerp beschrijft alle technische aspecten van de functionaliteiten die zijn beschreven in het functioneel ontwerp. Een beschrijving van de (ontwikkel)omgeving, een klassendiagram en sequence diagrammen staan hier in.

6.5.2 SAMENSTELLING

Het technisch ontwerp bevat de volgende onderdelen:

- Samenvatting;
- Inleiding;
- Beschrijving omgeving;
- Klassendiagram;
- Klassenomschrijving;
- Sequence diagrammen.

6.5.3 KWALITEITSCRITERIA

De ontwerpen en de modellen dienen te voldoen aan de UML standaard. Alle functionele aspecten beschreven in het functioneel ontwerp dienen uitgewerkt te zijn. Tevens moeten alle onderdelen aanwezig zijn.

6.6 SCRIPTIE

6.6.1 GEBRUIKSDOEL

In de scriptie zal de uitvoer van het afstudeerproject in zijn geheel worden beschreven, geanalyseerd en verantwoord.

6.6.2 SAMENSTELLING

De scriptie bevat de volgende onderdelen:

- Samenvatting;
- Inleiding;
- Organisatie;
- Opdrachtbeschrijving;
- Aanpak;

- Onderzoek;
- Proof of concept;
- Conclusie;
- Literatuurlijst;
- Begrippenlijst;
- Evaluatie.

6.6.3 KWALITEITSCRITERIA

Voor de goedkeuring van dit document dient hiervan twee maal een concept versie te worden opgestuurd naar de docentbegeleider. Het document dient te voldoen aan de eisen gesteld in de afstudeerleidraad (Hogeschool Utrecht, 2014, p. 20).

7 KWALITEIT

7.1 PROJECTMANAGEMENT

Om het project zo goed mogelijk te laten verlopen is gekozen voor de Scrum methode. Scrum is een agile software ontwikkelmethodiek waar in iteraties (sprints) wordt gewerkt. Door de vele teambesprekingen, zogenoemde Daily Scrum meetings, en de product en sprint backlogs is er duidelijk zicht op de voortgang van het project.

Omdat dit project voornamelijk door een enkel persoon wordt uitgevoerd zullen niet alle facetten van de Scrum methode worden gebruikt. Er wordt alleen gebruikt wat toegevoegde waarde heeft voor dit project. Er zullen niet dagelijks meetings gehouden worden. Dit zal slechts twee maal per week gebeuren samen met de bedrijfsbegeleider. Zo kan de begeleider de voortgang van de sprints controleren. Er wordt gewerkt in sprints van 2 weken. Aan het einde van een sprint wordt een sprint review gehouden, eveneens samen met de bedrijfsbegeleider.

Tijdens het project zal een product backlog bijgehouden worden om de voortgang van het project te volgen. Hierin zal echter niet worden gewerkt met user stories, maar zullen de projectactiviteiten als backlog items dienen. Per sprint zal op een muur met post-its een sprint backlog worden bijgehouden (Task Board) om de voortgang van een sprint bij te houden en te visualiseren.

7.2 ONDERZOEK

Om de kwaliteit van het onderzoek zo hoog mogelijk te houden, zal de werkwijze worden gehanteerd die wordt beschreven in het boek “Onderzoek Doen!” (Fischer & Julsing, 2014). Volgens Fischer & Julsing is dit als volgt:

- Aanleiding van het onderzoek beschrijven;
- Inkadering van het onderzoek;
- De gebruikte onderzoeksmethode beschrijven;
- Keuzes van data verzamelingsinstrumenten beschrijven;
- Ontwikkeling en afname van het verzamelingsinstrument;
- Analyse van de gegevens;
- Beantwoorden van de probleemstelling en rapportage van onderzoek.

Verder wordt in het boek vermeld dat het onderzoek aan de volgende eisen dient te voldoen:

- Het onderzoek moet objectief en onafhankelijk zijn;
- Uitspraken moeten aan de hand van de resultaten controleerbaar en toetsbaar zijn;
- In het onderzoek moeten alle fasen en stappen uit het helder beschreven zijn, zodat andere onderzoekers het onderzoek kunnen reproduceren;
- Er moet nauwkeurig worden omschreven op welke manier en met welke technieken data worden geanalyseerd.
- Uitspraken moeten generaliseerbaar zijn naar het domein waarover uitspraak wordt gedaan.

7.3 DOCUMENTATIE

Om de kwaliteit van de documentatie te waarborgen, zal alle documentatie opgebouwd worden volgens de structuur die beschreven staat in hoofdstuk 7 van het boek “Leren communiceren” (Steehouder, et al., 2006). Deze structuur is als volgt:

- Omslag / titelblad;
- Samenvatting / management summary;
- Inhoudsopgave;
- Inleiding;
- Hoofdttekst (Bijvoorbeeld probleemstelling, onderzoeksmethode en resultaten bij onderzoek);
- Afsluiting (Bijvoorbeeld conclusies en aanbevelingen bij onderzoek);
- Literatuurlijst;
- Bijlagen.

Niet alle onderdelen hoeven in ieder rapport aanwezig te zijn. Zo zal er in de ontwerprapporten geen afsluiting zitten.

Naast de richtlijnen voor de structuur zal de documentatie op taalgebruik gecontroleerd worden door personen die ervaring hebben met de Nederlandse taal.

7.4 ONTWERPEN EN MODELLEN

Ook van ontwerpen en modellen moet de kwaliteit goed zijn. Om dit te waarborgen moeten alle ontwerpen en modellen voldoen aan de UML standaard.

7.5 CODE

Minimaal 80% code zal getest worden met Unit tests om de kwaliteit te garanderen. User Interface code en functionaliteiten zullen worden getest door middel van acceptatietesten. Alle code en commentaar moet in de Engelse taal worden geschreven.

8 PROJECTORGANISATIE

De student is de projectleider van dit project. Hij draagt er zorg voor dat het project correct verloopt en dat de producten tijdig en correct opgeleverd worden.

De begeleiders hebben zowel een controlerende als een adviserende rol. Zij zullen de werkzaamheden van de student controleren en sturen waar nodig. Tevens zullen zij hulp bieden als hier om gevraagd wordt door de student. Op gebied van schoolzaken zal dit de schoolbegeleider zijn en op technisch gebied de bedrijfsbegeleider.

9 PLANNING

9.1 COMMUNICATIE

Om de voortgang van de sprints in de gaten te houden zullen er twee maal per week Scrum meetings gehouden worden tussen de bedrijfsbegeleider en de student. De geplande momenten hiervoor zijn woensdag- en vrijdagochtend. Dit korte overleg hoeft niet in persoon plaats te vinden, maar kan ook telefonisch of via Skype. Op maandagen na het einde van een sprint zal er een sprint review gehouden worden. De bedrijfsbegeleider en de student gaan dan in persoon de vorige sprint bespreken en zullen de planning voor de volgende sprint(s) bijwerken.

Wanneer hulp nodig is, of bij eventuele vragen, is de bedrijfsbegeleider binnen werktijden telefonisch, via mail of via Skype altijd bereikbaar.

De student zal na elke sprint de schoolbegeleider via mail op de hoogte houden van de voortgang. Alle mijlpaalproducten zullen via mail toegestuurd worden. Voor de scriptie geldt dat er twee concept versies ingeleverd moeten worden. De eerste zal op 16 oktober 2014 worden ingeleverd en de tweede op 24 november 2014.

9.2 SPRINTPLANNING

Het project is opgedeeld in zeven sprints van twee weken en een laatste sprint van een week. In deze sprints zijn alle projectactiviteiten ingedeeld aan de hand van story points. Eén story point staat gelijk aan één uur werk. Per sprint zijn er 72 story points te verdelen. De overige 8 uur staan vrij voor besprekingen (Scrum meetings, sprint reviews etc.) en voor uitloop. Tijdens de sprint reviews wordt de sprintplanning bijgewerkt.

Bij de activiteiten staat PVA voor plan van aanpak, ODZ voor onderzoek, SCR voor scriptie, FTO voor functioneel en technisch ontwerp en POC voor proof of concept. Het cijfer achter de afkorting staat voor de bijbehorende activiteit (zie hoofdstuk 6).

SPRINT	STARTDATUM	EINDDATUM	ACTIVITEITEN	STORY POINTS
Sprint 1	01-09-2014	12-09-2014	PVA1	72
			PVA2	–
Sprint 2	15-09-2014	26-09-2014	PVA3	8
			PVA4	–
			ODZ1	44
			ODZ3	6
			ODZ10	3
			SCR1	3
			Terugkomdag	8

Sprint 3	29-09-2014	10-10-2014	ODZ1 ODZ2 ODZ3 ODZ4 ODZ5 ODZ10 SCR1	25 32 6 8 2 8 2
Sprint 4	13-10-2014	24-10-2014	ODZ6 ODZ7 ODZ8 ODZ9 ODZ10 ODZ11 ODZ12 ODZ13 SCR1 SCR2	8 8 8 8 20 4 8 – 8 –
Sprint 5	27-10-2014	07-11-2014	SCR3 FTO1 FTO2 POC1 POC2 SCR1 Terugkomdag	8 4 4 23 23 2 8
Sprint 6	10-11-2014	21-11-2014	FTO1 FTO2 FTO3 FTO4 FTO5 FTO6 FTO7 POC1 POC2 POC3 POC4 SCR1 SCR4	4 4 2 2 2 2 – 20 20 4 4 8 –
Sprint 7	24-11-2014	05-12-2014	SCR1 SCR5	36 36
Sprint 8	08-12-2014	16-12-2014	SCR6	–

9.3 MIJLPALEN

PRODUCT	UITERSTE DEADLINE	TOTAAL STORY POINTS
Plan van aanpak	17-10-2014	80
Onderzoeksrapport	31-10-2014	198
Functioneel ontwerp	16-12-2014	12
Technisch ontwerp	16-12-2014	12
Proof of concept	16-12-2014	94
Scriptie	16-12-2014	103

10 RISICO'S

Voor de uitvoering van dit project zijn de volgende risico's onderkend. Hierbij zijn de oorzaken en bijbehorende mogelijke maatregelen beschreven. Kans en impact zijn op schaal van 1 tot 5, waarbij 1 klein en 5 groot is. Het risico is kans maal impact.

Nr	Omschrijving	Kans	Impact	Risico
	Oorzaak	Maatregel(en)		
1	De activiteiten gepland voor de sprint zijn niet af.	3	3	9
	Teveel werk ingepland voor de sprint.	<ul style="list-style-type: none"> - Ruimte voor uitloop inplannen. - Bij sprint review minder inplannen voor volgende sprint. - Buiten normale werktijden doorwerken (incidenteel). 		
	Onverwachte of niet ingeplande afspraken (bijvoorbeeld een cursus).	<ul style="list-style-type: none"> - Ruimte voor uitloop inplannen. - Afspraken van te voren doornemen en inplannen. 		
	Tijdrovende activiteiten buiten opleidingsgebied (bijvoorbeeld Linux servers inrichten).	<ul style="list-style-type: none"> - Activiteiten tijdig onderkennen en werk delegeren aan bedrijfsbegeleider. 		
	Afwezig door ziekte (3 dagen of langer)	<ul style="list-style-type: none"> - In overleg met bedrijfsbegeleider activiteiten in sprint schrappen of doorschuiven. 		
2	Het proof of concept voldoet niet aan de gestelde kwaliteitseisen.	2	3	6
	Er zijn geen heldere kwaliteitseisen vastgesteld	<ul style="list-style-type: none"> - Kwaliteitseisen in overleg met bedrijfsbegeleider concreet vastleggen. 		
	Onderzoekresultaten beschrijven een te complexe oplossing waardoor realisatie te lang duurt.	<ul style="list-style-type: none"> - Eisen bijstellen aan oplossing. - Minder complexe oplossing kiezen. 		
	Te weinig technische kennis.	<ul style="list-style-type: none"> - Hulp van expert inschakelen (bijvoorbeeld bedrijfsbegeleider). - Cursus volgen voor het verkrijgen van de technische kennis. 		
3	Het proof of concept is niet na te bouwen.	3	5	15
	Documentatie voldoet niet aan kwaliteitseisen.	<ul style="list-style-type: none"> - Documenten laten reviewen door bedrijfsbegeleider bij nieuwe versies. 		
	Er is code verloren gegaan.	<ul style="list-style-type: none"> - Back-ups binnen Synleaf. - Gebruik van versiebeheer (Subversion) met externe repository. 		
4	Benodigde middelen zijn slechts deels of niet beschikbaar.	1	5	5
	Uitval van stroom/internetverbinding.	<ul style="list-style-type: none"> - Andere locatie vinden (bijvoorbeeld mogelijkheid voor thuiswerken). 		
	Onvoldoende servers beschikbaar.	<ul style="list-style-type: none"> - Tijdig vermelden zodat servers aangeschaft/ingericht kunnen worden. 		

11 LITERATUURLIJST

Fischer, T., & Julsing, M. (2014). *Onderzoek doen!* (2e ed.). Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.

Hogeschool Utrecht. (2014, 7 7). *Praktijkbureau ICT – Download*. Opgeroepen op September 11, 2014, van <http://www.voorbedrijven.hu.nl/los/ICT/Praktijkbureau%20ICT/Download.aspx>

Internet Society. (2012, Oktober 3). *Internet Society / Open Internet NL*. Opgeroepen op September 11, 2014, van http://open.internet.nl/?page_id=31

Rijksoverheid. (z.d.). *Vrije toegang tot internetdiensten (netneutraliteit)*. Opgeroepen op September 11, 2014, van <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/internet/vrije-toegang-tot-internetdiensten-netneutraliteit>

Steehouder, M., Jansen, C., Maat, K., Staak, J. v., Vet, D. d., Witteveen, M., & Woudstra, E. (2006). *Leren communiceren* (5e ed.). Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.

BIJLAGE B. EVALUATIE

De evaluatie is een terugblik op het verloop van het project. Hoe is de procesgang verlopen en wat vindt de student over zijn eigen functioneren binnen dit project.

EVALUATIE VAN DE PROCESGANG

De beginfase van het project verliep zeer soepel. Het Plan van Aanpak (PvA) beschreef de precieze eisen en doelen van de opdrachtgever. Bij het onderzoek, zoals al beschreven in hoofdstuk 6.3 van de scriptie, waren echter een aantal knelpunten waardoor enige tijdgebrek is ontstaan en de planning in gevaar kwam.

Het grootste knelpunt was het goed krijgen van de test app. De testwaarden hadden een te grote afwijking van de referentiewaarden gesteld door de tests met de apps van andere ontwikkelaars. Tegen de tijd dat hier een oplossing voor was, was er een vertraging van ongeveer twee weken ontstaan. Hierdoor was er slechts korte tijd over voor het onderzoek naar de manier van ontwikkelen van de app (native/framework). Dit leidde tot het besluit om het Proof of Concept in native taal voor Android te ontwikkelen en onderzoek naar dit punt te verplaatsen naar een vervolgonderzoek.

Daarnaast hebben ook privé zaken van de student invloed gehad op het verloop van het project. Dit leidde tot nieuwe vertraging. Om deze vertraging op te vangen moesten een aantal zaken gedelegeerd worden aan de bedrijfsbegeleider en moest afgeweken worden van het PvA. Zo is het inrichten van de nodige servers naar de bedrijfsbegeleider gedelegeerd. Er is besloten om het onderzoeksrapport te laten vallen als product en alleen een scriptie op te leveren. Hiervoor is gekozen, omdat een onderzoeksrapport en een scriptie grotendeels dezelfde inhoud hebben en de scriptie ook als onderzoeksrapport gelezen kan worden. Daarnaast is het unit testen van het Proof of Concept (PoC) buiten dit project geplaatst. Een acceptatie test voldeed, volgens de begeleiders, om de werking van het PoC aan te kunnen tonen. Unit testen zal overigens nog wel in een later stadium gedaan worden.

Alle besluiten hebben er voor gezorgd dat het project tijdig is afgerond en de producten voldoen aan de eisen van de opdrachtgever.

EVALUATIE EIGEN FUNCTIONEREN

Wat ik het belangrijkste leerpunt van dit project vind, is het schrijven van teksten. Ik heb altijd al moeite gehad om zaken goed te formuleren. Omdat ik enigszins perfectionistisch ben, wil ik alles in één keer goed doen en heb ik de angst dat het niet goed genoeg zal zijn. Hierdoor wordt vaak te lang nagedacht over een stuk tekst en wordt het te ingewikkeld om hoofd- en bijzaken van elkaar te onderscheiden. Tijdens andere projecten vanuit de

opleiding werd er meer in teamverband gewerkt, waardoor zwakke punten zoals deze opgevangen kunnen worden door een ander persoon. Echter moest ik dit project alleen uitvoeren. Wat ik heb geleerd, is dat het vele malen simpeler en sneller is om te schrijven wat in je op komt en dit vervolgens te verbeteren aan de hand van feedback. Dit heeft er toe geleid dat de bedrijfsbegeleider zeer tevreden is met de beschrijving van het project.

Daarnaast heb ik ondervonden dat externe (privé) zaken invloed kunnen hebben op het functioneren op het werk. Hierdoor was het niet mogelijk om mij een volle 100% in te zetten voor dit project. Op sommige momenten was dit zelfs 0%. Echter heb ik geleerd dat je jezelf niet altijd 100% kan inzetten op werk en dat het regelmatig gebeurt in het bedrijfsleven dat externe zaken het werk beïnvloeden. Communicatie is hierbij een belangrijk onderdeel. Er voor zorgen dat de betrokken personen er vanaf weten, zorgt voor duidelijkheid. Zo kan hierop geanticipeerd worden om de planning alsnog volgens planning te laten verlopen.

Verder heb ik gemerkt dat ik Scrum een erg fijne methodiek vind om mee te werken. Door deze methodiek leer ik steeds beter plannen. Dit komt omdat er niet met tijd gepland wordt, maar met story points. In eerste instantie zag ik een story point als 1 uur werk. Om deze reden heb ik met het opstellen van het PvA 72 story points per sprint (2 weken) ingepland. Dit project heeft mij erop gewezen dat met deze opzet van story points een aantal van ongeveer 60 per week reëler is.

BIJLAGE C. TESTRESULTATEN VERSCHILLENDE APPS

In deze bijlage worden de testresultaten van verschillende apps weergegeven. In de figuren A1–A3 zijn de resultaten van de 4GMark app te zien. In de figuren A4–A6 de resultaten van de Speedtest.net app. De resultaten van de V-Speed app zijn de zien in de figuren A7–A9. Van de Speedchecker app zijn de resultaten te zien in figuur A10–A12.

30/09/2014 13:53
DL: 15.00MBit/s UL: 2.76MBit/s
30/09/2014 13:47
DL: 14.98MBit/s UL: 2.67MBit/s
26/09/2014 16:15
DL: 14.97MBit/s UL: 2.72MBit/s
26/09/2014 16:11
DL: 14.93MBit/s UL: 2.77MBit/s
30/09/2014 13:59
DL: 14.87MBit/s UL: 2.69MBit/s
30/09/2014 13:54
DL: 14.79MBit/s UL: 2.75MBit/s
26/09/2014 16:14
DL: 14.60MBit/s UL: 2.73MBit/s
29/09/2014 10:14
DL: 14.57MBit/s UL: 2.51MBit/s
30/09/2014 13:57
DL: 14.50MBit/s UL: 2.74MBit/s
26/09/2014 16:06
DL: 14.31MBit/s UL: 2.69MBit/s

**Figuur A1 – 4GMark
testresultaten Wi-Fi kantoor**

09/10/2014 09:09
DL: 17.78MBit/s UL: 2.47MBit/s
03/10/2014 19:46
DL: 17.76MBit/s UL: 2.44MBit/s
03/10/2014 19:46
DL: 17.74MBit/s UL: 2.36MBit/s
03/10/2014 19:43
DL: 17.73MBit/s UL: 2.30MBit/s
03/10/2014 19:48
DL: 17.70MBit/s UL: 2.43MBit/s
03/10/2014 19:44
DL: 17.69MBit/s UL: 2.54MBit/s
09/10/2014 09:10
DL: 17.64MBit/s UL: 2.42MBit/s
03/10/2014 19:49
DL: 17.52MBit/s UL: 2.50MBit/s
03/10/2014 19:47
DL: 17.41MBit/s UL: 2.43MBit/s
03/10/2014 19:50
DL: 17.21MBit/s UL: 2.48MBit/s

**Figuur A2 – 4GMark
testresultaten Wi-Fi privé**

21/10/2014 10:04
DL: 27.43MBit/s UL: 14.84MBit/s
21/10/2014 10:03
DL: 28.47MBit/s UL: 15.21MBit/s
21/10/2014 10:00
DL: 31.22MBit/s UL: 14.80MBit/s
21/10/2014 09:59
DL: 33.40MBit/s UL: 14.57MBit/s
21/10/2014 09:58
DL: 31.89MBit/s UL: 15.48MBit/s
21/10/2014 09:57
DL: 29.09MBit/s UL: 15.31MBit/s
21/10/2014 09:57
DL: 29.53MBit/s UL: 16.16MBit/s
21/10/2014 09:56
DL: 23.51MBit/s UL: 15.77MBit/s
21/10/2014 09:54
DL: 31.05MBit/s UL: 15.22MBit/s
21/10/2014 09:52
DL: 30.35MBit/s UL: 5.62MBit/s

**Figuur A3 – 4GMark
testresultaten 4G**

↓ Mbps DOWNLOADEN	↑ Mbps UPLOADEN	ms PING
15,44	3,03	35
15,35	2,48	34
15,35	2,46	31
15,33	2,41	33
15,24	2,97	35
15,23	2,65	36
15,12	3,00	37
15,07	3,04	36
15,03	3,10	36
15,02	2,99	36

Figuur A4 – Speedtest.net
testresultaten Wi-Fi kantoor

↓ Mbps DOWNLOADEN	↑ Mbps UPLOADEN	ms PING
18,49	2,70	26
18,49	2,59	27
18,46	2,67	27
18,45	2,67	27
18,44	2,68	27
18,44	2,76	27
18,42	2,78	26
18,42	2,72	27
18,40	2,78	27
18,39	2,57	27

Figuur A5 – Speedtest.net
testresultaten Wi-Fi privé

↓ Mbps DOWNLOADEN	↑ Mbps UPLOADEN	ms PING
44,50	16,15	35
42,57	15,95	37
36,70	13,93	37
35,94	12,79	31
35,02	15,68	36
34,30	13,78	35
34,02	15,87	34
31,27	15,08	34
31,18	16,37	38
29,49	16,88	36

Figuur A6 – Speedtest.net
testresultaten 4G

Date: 2014-10-07 11:29:44 Download: 14.21 Mbps Upload: 2.42 Mbps Ping: 95..
Date: 2014-10-07 11:28:12 Download: 13.74 Mbps Upload: 0.39 Mbps Ping: 80..
Date: 2014-10-07 11:22:20 Download: 13.4 Mbps Upload: 2.61 Mbps Ping: 74 ms
Date: 2014-10-07 11:21:29 Download: 14.05 Mbps Upload: 2.69 Mbps Ping: 74..
Date: 2014-10-07 11:18:45 Download: 13.51 Mbps Upload: 1.04 Mbps Ping: 75..
Date: 2014-10-07 11:14:22 Download: 13.98 Mbps Upload: 2.64 Mbps Ping: 76..
Date: 2014-10-07 11:13:38 Download: 14.11 Mbps Upload: 2.57 Mbps Ping: 76..
Date: 2014-10-07 11:09:29 Download: 14.25 Mbps Upload: 2.17 Mbps Ping: 74..
Date: 2014-10-07 11:07:22 Download: 13.5 Mbps Upload: 2.71 Mbps Ping: 76 ms
Date: 2014-10-07 11:06:30 Download: 14.17 Mbps Upload: 2.64 Mbps Ping: 75..

Figuur A7 – V-Speed testresultaten Wi-Fi kantoor

Date: 2014-10-09 09:26:44 Download: 16.91 Mbps Upload: 2.19 Mbps Ping: 56..
Date: 2014-10-09 09:25:23 Download: 17.09 Mbps Upload: 2.35 Mbps Ping: 56..
Date: 2014-10-09 09:23:49 Download: 16.92 Mbps Upload: 2.36 Mbps Ping: 55..
Date: 2014-10-09 09:23:08 Download: 17.26 Mbps Upload: 2.24 Mbps Ping: 56..
Date: 2014-10-09 09:22:29 Download: 17.19 Mbps Upload: 2.36 Mbps Ping: 56..
Date: 2014-10-09 09:21:30 Download: 17.33 Mbps Upload: 2.44 Mbps Ping: 66..
Date: 2014-10-09 09:20:42 Download: 17.3 Mbps Upload: 2.35 Mbps Ping: 56 ms
Date: 2014-10-09 09:20:00 Download: 17.13 Mbps Upload: 2.2 Mbps Ping: 56 ms
Date: 2014-10-09 09:16:00 Download: 17.22 Mbps Upload: 2.14 Mbps Ping: 56..
Date: 2014-10-09 09:13:57 Download: 17 Mbps Upload: 2.39 Mbps Ping: 56 ms

Figuur A8 – V-Speed testresultaten Wi-Fi privé

Date: 2014-10-21 10:21:17 Download: 25.51 Mbps Upload: 4.26 Mbps Ping: 80..
Date: 2014-10-21 10:20:43 Download: 25.15 Mbps Upload: 5.2 Mbps Ping: 76 ms
Date: 2014-10-21 10:19:51 Download: 16.76 Mbps Upload: 4.16 Mbps Ping: 77..
Date: 2014-10-21 10:18:44 Download: 20.52 Mbps Upload: 5.48 Mbps Ping: 79..
Date: 2014-10-21 10:18:09 Download: 24.65 Mbps Upload: 6.2 Mbps Ping: 79 ms
Date: 2014-10-21 10:17:33 Download: 24.02 Mbps Upload: 8.1 Mbps Ping: 77 ms
Date: 2014-10-21 10:16:48 Download: 27.07 Mbps Upload: 7.58 Mbps Ping: 76..
Date: 2014-10-21 10:11:25 Download: 27.86 Mbps Upload: 8.32 Mbps Ping: 74..
Date: 2014-10-21 10:10:51 Download: 24.39 Mbps Upload: 7.66 Mbps Ping: 77..
Date: 2014-10-21 10:07:05 Download: 25.04 Mbps Upload: 6.13 Mbps Ping: 75..

Figuur A9 – V-Speed testresultaten 4G

10-10-14 10:43
↓ 14,81 Mb/s
↑ 8,68 Mb/s
10-10-14 10:42
↓ 14,88 Mb/s
↑ 8,22 Mb/s
10-10-14 10:42
↓ 15,02 Mb/s
↑ 2,11 Mb/s
10-10-14 10:41
↓ 13,98 Mb/s
↑ 8,78 Mb/s
10-10-14 10:41
↓ 14,79 Mb/s
↑ 2,19 Mb/s
10-10-14 10:41
↓ 14,30 Mb/s
↑ 8,78 Mb/s
10-10-14 10:38
↓ 15,03 Mb/s
↑ 2,18 Mb/s
10-10-14 10:38
↓ 15,02 Mb/s
↑ 2,20 Mb/s
10-10-14 10:37
↓ 14,88 Mb/s
↑ 9,41 Mb/s
10-10-14 10:37
↓ 15,03 Mb/s
↑ 2,14 Mb/s

**Figuur A10 –
Speedchecker
testresultaten Wi-Fi
kantoor**

09-10-14 09:32
↓ 17,08 Mb/s
↑ 11,84 Mb/s
09-10-14 09:31
↓ 17,63 Mb/s
↑ 11,00 Mb/s
09-10-14 09:30
↓ 17,82 Mb/s
↑ 11,66 Mb/s
09-10-14 09:30
↓ 17,83 Mb/s
↑ 11,84 Mb/s
09-10-14 09:30
↓ 17,80 Mb/s
↑ 9,08 Mb/s
09-10-14 09:29
↓ 16,88 Mb/s
↑ 11,84 Mb/s
09-10-14 09:28
↓ 17,83 Mb/s
↑ 11,49 Mb/s
09-10-14 09:28
↓ 17,83 Mb/s
↑ 10,28 Mb/s
09-10-14 09:28
↓ 17,73 Mb/s
↑ 9,89 Mb/s
09-10-14 09:28
↓ 17,83 Mb/s
↑ 9,77 Mb/s

**Figuur A11 –
Speedchecker
testresultaten Wi-Fi
nrivá**

21-10-14 11:11
↓ 34,30 Mb/s
↑ 7,75 Mb/s
21-10-14 11:10
↓ 31,57 Mb/s
↑ 7,70 Mb/s
21-10-14 11:10
↓ 31,62 Mb/s
↑ 5,90 Mb/s
21-10-14 11:09
↓ 30,24 Mb/s
↑ 7,41 Mb/s
21-10-14 11:09
↓ 30,17 Mb/s
↑ 6,21 Mb/s
21-10-14 11:08
↓ 29,85 Mb/s
↑ 6,91 Mb/s
21-10-14 11:08
↓ 31,48 Mb/s
↑ 7,94 Mb/s
21-10-14 11:02
↓ 32,45 Mb/s
↑ 4,72 Mb/s
21-10-14 11:00
↓ 28,77 Mb/s
↑ 8,36 Mb/s
21-10-14 10:58
↓ 30,76 Mb/s
↑ 7,84 Mb/s

**Figuur A12 –
Speedchecker
testresultaten 4G**

BIJLAGE D. TESTRESULTATEN EXPERIMENTEN ALGORITMES

In deze bijlage zijn resultaten van experimenten voor deelvraag 1 in tabellen weergegeven. De waarden van de snelheden zijn uitgedrukt in Megabit per seconde (Mbit/s). Ping is uitgedrukt in milliseconden. NG staat voor het normale gemiddelde (bytes gedownload / downloadtijd), EMA staat voor exponentieel voortschrijdend gemiddelde en Ookla staat voor het algoritme van Ookla.

GEDOWNLOADE BYTES VIA CONNECTIE – KANTOOR WI-FI (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	36	35	34	35	34	34	34	35	35	34
NG	10,98	11,99	10,55	12,35	9,93	12,75	8,90	12,23	10,25	10,13
EMA	11,64	12,42	11,50	12,51	10,02	12,99	10,02	12,16	11,23	11,07
OOKLA	11,42	12,46	11,06	12,92	10,31	13,31	9,20	12,78	10,73	10,52

Tabel B1

GEDOWNLOADE BYTES VIA CONNECTIE – PRIVÉ WI-FI (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	27	28	27	28	27	28	27	27	28	28
NG	15,77	12,81	15,97	14,33	14,80	13,53	16,07	15,13	15,68	15,45
EMA	15,33	12,35	15,66	13,01	14,91	11,46	15,72	15,02	15,54	15,15
OOKLA	16,97	14,15	16,65	14,87	15,47	14,56	16,76	15,73	16,25	16,04

Tabel B2

GEDOWNLOADE BYTES VIA CONNECTIE – 4G (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	44	45	61	65	45	45	42	44	65	67
NG	27,15	35,52	30,42	30,88	35,69	27,98	26,16	35,47	35,44	34,51
EMA	26,11	33,85	29,30	30,27	35,15	27,67	24,40	36,98	32,70	33,37
OOKLA	23,79	36,29	31,61	32,22	37,39	29,22	27,56	37,61	36,85	35,96

Tabel B3

GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – KANTOOR WI-FI (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	53	51	35	39	35	35	34	35	35	37
NG	15,07	15,04	14,74	15,08	14,21	14,73	14,79	14,37	14,44	15,06
EMA	15,10	14,97	13,52	15,37	13,34	13,31	14,01	13,40	13,52	15,11
OOKLA	15,09	15,26	15,07	15,09	14,45	14,93	14,97	14,65	14,88	15,10

Tabel B4

GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – PRIVÉ WI-FI (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	27	27	28	27	28	27	27	27	28	27
NG	17,32	17,18	17,77	17,48	17,55	17,47	17,56	16,88	17,15	17,11
EMA	16,30	15,98	16,49	16,05	16,17	16,31	16,12	15,26	16,01	15,88
OOKLA	17,64	17,63	18,01	17,85	18,00	17,89	17,91	17,48	17,73	17,50

Tabel B5

GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – 4G (1 HTTP CONNECTIE)										
PING	43	66	44	44	68	43	65	43	46	44
NG	30,76	27,57	33,33	33,91	31,10	27,88	30,99	30,93	29,27	34,03
EMA	29,22	27,10	31,40	33,44	27,91	26,19	30,55	31,20	26,71	34,22
OOKLA	31,80	28,35	35,36	34,85	31,82	29,04	32,89	33,54	29,67	34,88

Tabel B6

GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – KANTOOR WI-FI (2 HTTP CONNECTIES)										
PING	35	43	34	46	35	34	35	35	42	49
NG	14,21	15,05	14,79	15,04	15,05	14,80	14,96	14,96	15,07	15,05
EMA	14,36	14,92	14,75	14,80	15,01	14,87	14,05	14,70	14,99	15,03
OOKLA	14,44	15,06	14,99	15,07	15,06	14,89	15,05	15,24	15,25	15,09

Tabel B7

GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – PRIVÉ WI-FI (2 HTTP CONNECTIES)										
PING	27	28	28	28	27	27	41	28	92	46
NG	17,76	17,98	18,26	18,07	18,09	18,09	18,29	18,12	17,24	18,27
EMA	18,17	18,09	18,19	18,30	17,82	18,16	18,37	18,06	17,04	18,20
OOKLA	18,20	18,35	18,31	18,22	18,21	18,25	18,48	18,29	18,35	18,35

Tabel B8

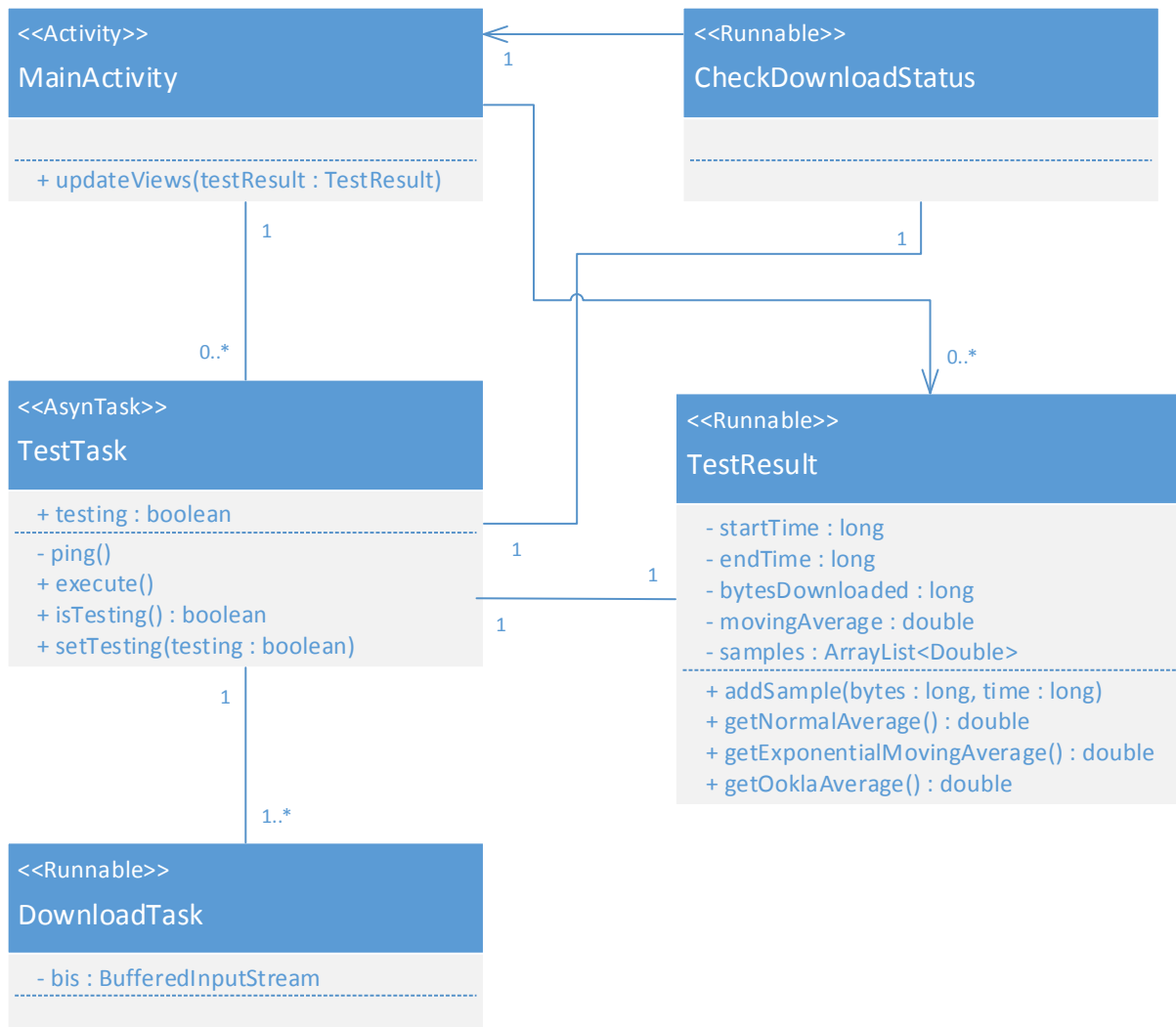
GEDOWNLOADE BYTES VIA RX APPARAAT – 4G (2 HTTP CONNECTIES)										
PING	44	39	43	43	68	66	40	44	65	45
NG	43,17	35,69	34,89	35,38	38,70	41,36	43,79	43,71	44,36	45,76
EMA	41,45	32,48	31,97	32,13	31,01	39,30	41,59	41,63	41,55	43,69
OOKLA	44,27	36,03	36,85	37,35	42,87	42,06	46,44	44,96	45,08	47,67

Tabel B9

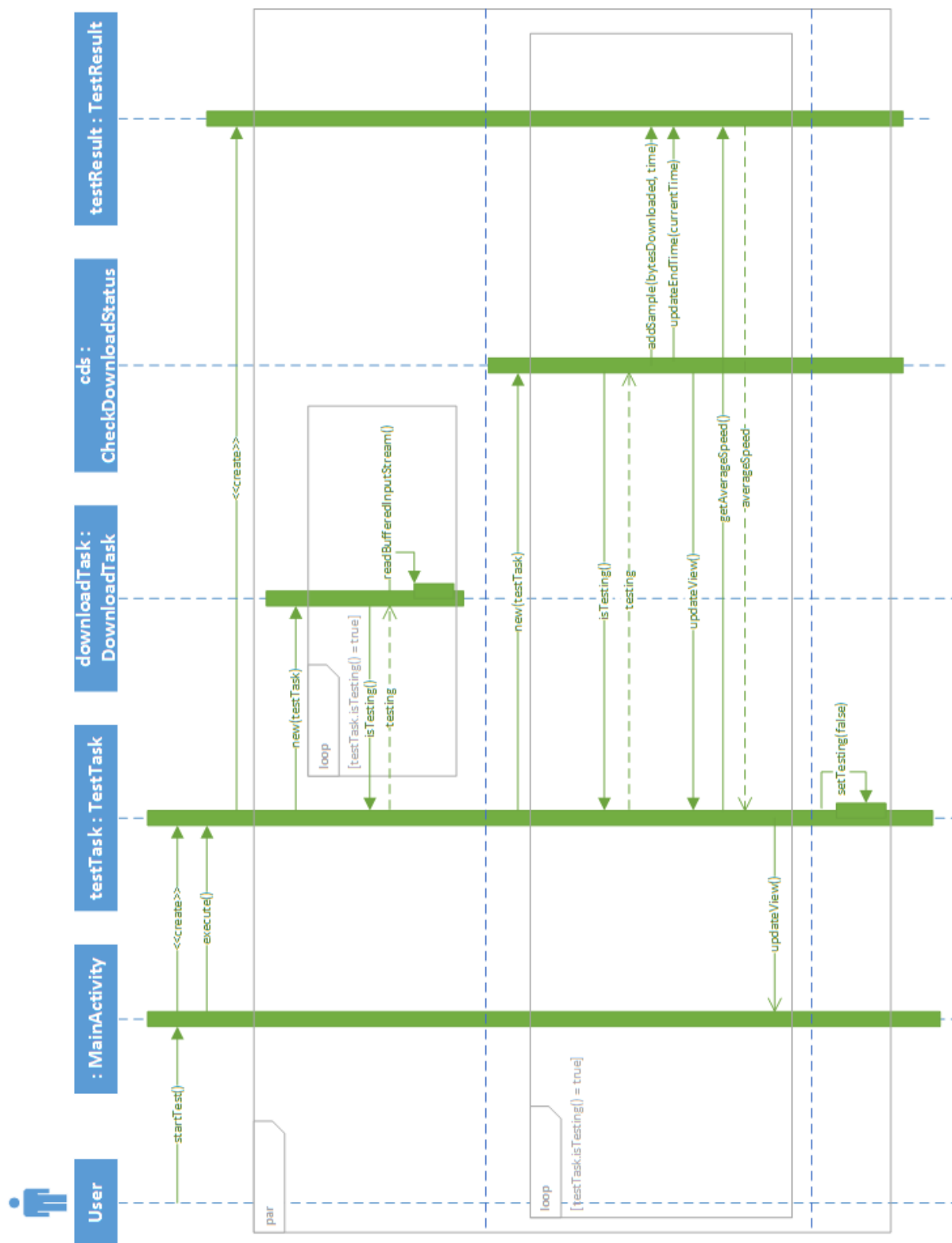
BIJLAGE E. OPZET VAN TEST APP

In deze bijlage is de opzet van de test app beschreven. In figuur E1 is het klassen diagram te zien. In figuur E2 is de sequence diagram te zien die de interactie tussen de klassen toont.

Android werkt met activiteiten (Activity) voor interactie met de gebruikers interface. Hier is de klasse MainActivity voor bedoeld. Wanneer er op de test knop gedrukt wordt, wordt een nieuw TestTask object gecreëerd. Dit object heeft de taak om een nieuw TestResult object te maken en een (of meerdere) DownloadTask thread en een CheckDownloadStatus thread te starten. Een DownloadTask thread is bedoeld om te downloaden. Die blijft dit doen totdat de TestTask de instructie krijgt om te stoppen met testen. De CheckDownloadStatus thread zorgt ervoor dat het testresultaat weergegeven wordt op het scherm van de smartphone.



Figuur E1 – Klassen diagram test app



Figuur E2 – Sequence diagram test app

BIJLAGE F. CLOUD STORAGE OPLOSSINGEN

De grootste speler met cloud storage is Amazon met de S3 cloud storage. In Ierland staat het dichtstbijzijnde datacenter. Volgens de website (Amazon, z.d.) zijn de maandelijkse kosten hierbij als volgt:



- \$0,03 per GB voor de eerste TB opslag;
- \$0,004 per 10.000 GET requests;
- \$0,00 voor de eerste GB uitgaande dataverkeer;
- \$0,12 per GB uitgaande dataverkeer tot 10TB.

Een andere grote is Rackspace met de dienst Cloud Files. Hierbij worden alleen kosten berekend voor de opslag en het dataverbruik. Het dichtstbijzijnde datacenter staat in Londen, Engeland. De maandelijkse kosten hiervoor zijn als volgt (Rackspace, z.d.):



- £0,07 per GB voor de eerste TB opslag;
- £0,08 per GB voor de eerste TB dataverkeer;
- £0,07 per GB voor de volgende 40TB dataverkeer.

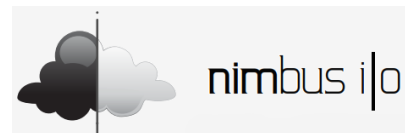
SmartFile developer is een soortgelijke dienst. Zij rekenen echter niet per gebruik, maar bieden pakketten aan. Deze pakketten zijn te zien in figuur 7 (SmartFile, z.d.). De locaties van de datacenters zijn niet te vinden, maar deze staan waarschijnlijk in Amerika.



Startup	Growth	Expansion	Professional
FREE	\$50 / month	\$100 / month	\$150 / month
100 GB Storage	500 GB Storage	1 TB Storage	3 TB Storage *
200 GB Transfer (out)	1 TB Transfer (out)	2 TB Transfer (out)	6 TB Transfer (out) *
Unlimited Transfer (in)	Unlimited Transfer (in)	Unlimited Transfer (in)	Unlimited Transfer (in)
Unlimited API Calls	Unlimited API Calls	Unlimited API Calls	Unlimited API Calls
1 User	Unlimited Users	Unlimited Users	Unlimited Users
FTP Access	FTP Access	FTP Access	FTP Access
Phone Support	Phone Support	Phone Support	Phone Support
			* = \$0.06 / GB for Overages

Figuur 19 – Pakketten SmartFile

SpiderOak is met hun dienst Nimbus.IO nog in private bèta versie, maar is wel het noemen waard door de prijzen in vergelijking met Amazon en Rackspace. Ook hierbij is geen locatie van het datacenter te vinden. De maandelijkse prijzen zijn als volgt (SpiderOak, z.d.):



- \$0,06 per GB voor uitgaand dataverkeer;
- \$0,01 per 10.000 requests;
- \$0,02 per GB opslag.

Ook nog in bèta, maar wel public, is de cloud storage dienst van OVH. De datacenters van OVH staan in Frankrijk.



Deze is qua prijs in vergelijking met de anderen extreem goedkoop. De maandelijkse prijzen (excl. BTW) bij deze dienst zijn als volgt (OVH, z.d.):

- €0,073 per GB opslag;
- €0,009 per GB dataverkeer tot 10TB.

Een dienst die de data wat dichterbij brengt is Object Store van CloudVPS. CloudVPS is een Nederlands bedrijf met zijn datacenters in Nederland. De maandelijkse kosten voor deze dienst zijn als volgt (CloudVPS, z.d.):













- €0,05 per GB opslag;

- €0,05 per GB voor de eerste 100GB dataverkeer;
- €0,045 per GB voor de volgende 400GB dataverkeer;
- €0,040 per GB voor de volgende 500GB dataverkeer;
- €0,035 per GB voor de volgende 9TB dataverkeer;
- €0,01 per 40.000 requests.

BIJLAGE G. RESULTATEN ENQUÊTE

Hieronder zijn de resultaten van de enquête weergegeven. Bij het sluiten van de enquête op 28-10-2014 was het aantal respondenten 65. Bij de resultaten staat N voor het aantal deelnemers dat de vraag heeft beantwoord. Wanneer bij vraag 4 als antwoord “Nee” werd gegeven, werden de vragen 5 en 6 overgeslagen. Wanneer bij vraag 7 als antwoord “Niet interessant” werd gegeven, werden vraag 8 en 9 overgeslagen.





1. Welke van onderstaande gegevens moeten zeker weergegeven worden bij een vergelijking met andere gebruikers? (Meerdere antwoorden mogelijk)

Ping (Vertragingstijd in verbinding tussen de app en server in milliseconden)	37	56.9 %	
Downloadsnelheid	54	83.1 %	
Uploadsnelheid	46	70.8 %	
Connectie type (3G / 4G)	49	75.4 %	
Type telefoon (Bijvoorbeeld iPhone 5)	31	47.7 %	
Besturingssysteem (Bijvoorbeeld Android)	33	50.8 %	
Locatie (Bijvoorbeeld stad of wijk)	34	52.3 %	
Provider (KPN, Vodafone, T-Mobile etc.)	44	67.7 %	
Netwerk operator (Beheerder van het netwerk, Telfort gebruikt bijvoorbeeld het netwerk van KPN, KPN is dan de netwerk operator)	35	53.8 %	
Abonnement (Bijvoorbeeld Vodafone Red ESSENTIAL)	19	29.2 %	
N	65	100 %	



2. Is bij het besturingssysteem ook de versie belangrijk (Bijvoorbeeld Android 4.4 of iOS 7)?

Ja	44	67.7 %	
Nee	21	32.3 %	
N	65	100 %	







3. Tot op welk niveau zou de locatie weergegeven mogen worden?

Stad	18	27.7 %	
Wijk	24	36.9 %	
Postcode	13	20 %	
Straat	10	15.4 %	
N	65	100 %	





4. Moeten er gebruikers gefilterd worden bij de vergelijking? (D.w.z. moeten er alleen gebruikers uit dezelfde buurt of met dezelfde provider of telefoon weergegeven worden)

Ja	20	30.8 %	
Nee, de vergelijking moet met alle gebruikers die op hetzelfde moment de test uitvoeren	45	69.2 %	
N	65	100 %	





5. Waarop zouden gebruikers gefilterd moeten worden? (Meerdere antwoorden mogelijk)

Connectie type (3G / 4G)	15	75 %	
Type telefoon (Bijvoorbeeld iPhone 5)	6	30 %	
Besturingssysteem (Bijvoorbeeld Android)	8	40 %	
Locatie (Bijvoorbeeld stad of wijk)	14	70 %	
Provider (KPN, Vodafone, T-Mobile etc.)	13	65 %	
Abonnement (Bijvoorbeeld Vodafone Red ESSENTIAL)	3	15 %	
N	20	30.8 %	







6. Tot op welk niveau van de locatie zouden gebruikers gefilterd moeten worden?

Stad	5	25 %	
Wijk	8	40 %	
Postcode	4	20 %	
Straat	3	15 %	
N	20	30.8 %	

7. Statistische vergelijkingen (zoals bijvoorbeeld landelijk gemiddelde) moeten weergegeven worden ten opzichte van...

Het eigen gemiddelde	13	20 %	
Het meest recente testresultaat	12	18.5 %	
Beide	35	53.8 %	
Statistische vergelijkingen zijn niet interessant	5	7.7 %	
N	65	100 %	





8. De meest interessante statische vergelijkingen zouden zijn, het meest recente testresultaat en/of het gemiddelde tegenover... (Meerdere antwoorden mogelijk)

Het gemiddelde van het type telefoon	25	41.7 %	
Het gemiddelde van het besturingssysteem	20	33.3 %	
Het gemiddelde van de locatie	39	65 %	
Het gemiddelde van de provider	39	65 %	
Het gemiddelde van het abonnement	13	21.7 %	
Combinatie(s) van bovenstaande, zoals	2	3.3 %	
N	60	92.3 %	

Combinatie(s) van bovenstaande, zoals

provider en locatie
provider, abbo, locatie

9. Op welk niveau van locatie moet vergeleken kunnen worden? (Meerdere antwoorden mogelijk)

Gemiddelde van de stad	38	63.3 %	
Gemiddelde van de wijk	37	61.7 %	
Gemiddelde van de postcode	16	26.7 %	
Gemiddelde van de straat	6	10 %	
N	60	92.3 %	

BIJLAGE H. ACCEPTATIE TEST PROOF OF CONCEPT

Deze acceptatietest geldt als goedkeuring dat het Proof of Concept voldoet aan de eisen en wensen van de opdrachtgever.

Acceptatietest Proof of Concept

Requirement	✓ / ✗
De app is werkend op Android	✓
Minimaal 2 gebruikers kunnen tegelijk hun snelheid testen	✓
Gebruikers kunnen real-time hun ranking ten opzichte van elkaar zien	✓
De real-time lijst stopt na 5 minuten met updaten om het dataverkeer zo laag mogelijk te houden	✓
De provider wordt weergegeven bij de ranking	✓
De downloadsnelheid wordt weergegeven bij de ranking	✓
Het type connectie wordt weergegeven bij de ranking	✓
Gebruikers zijn van elkaar te onderscheiden	✓

Uitgevoerd door: An Ramkisoen

Handtekening voor akkoord:

