



Wi-Fi calling voor onderwijs- en onderzoeksinstellingen

Een oplossing voor indoordekking?

In opdracht van



Versie: 1.0
Datum: 13 juli 2016
Auteur(s): Peter Kort
Email: peter.kort@Wi-Finity.nl
Telefoon: +31 88 234 9494

1	Management samenvatting	3
1.1	Conclusies	3
1.2	Aanbevelingen	5
2	Projectopdracht	6
2.1	Achtergrond	6
2.2	Opdrachtformulering	6
2.3	Nadere afbakening van de opdracht	7
2.4	Op te leveren resultaat	8
2.5	Aanpassingen gedurende de opdracht	8
3	SURF	9
3.1	Missie & werkwijze	9
3.2	Doelgroep	9
3.3	Diensten SURFnet	10
3.4	Criteria voor het selecteren van een rol	10
3.5	Relatie met het Wi-Fi-calling onderzoek	10
4	De vraagkant	12
4.1	Kenmerken van de aangesloten instellingen	12
4.2	Vaste en Mobiele Telefonie bij de instellingen	12
4.3	Problemen met indoordekking	13
4.4	Wi-Fi	Error! Bookmark not defined.
4.5	Over-the-top (OTT) diensten	13
4.6	Verwachtingen van de instellingen met betrekking tot het Wi-Fi-calling onderzoek	14
4.7	Conclusie	14
5	Verbetering indoordekking	16
5.1	(Extra) Zendmast	17
5.2	Distributed Antenna System (DAS)	18
5.3	Small Cells	19
5.4	DECT / IP-DECT / VoIP over WLAN	20
5.5	Private-GSM / Private-LTE	21
5.6	Wi-Fi-calling	21
5.7	Overzicht en evaluatie	23
5.8	Conclusie	24
6	Wi-Fi-calling	25
6.1	Definitie en relatie met andere VoIP toepassingen	25
6.2	Moderne mobiele netwerken	26
6.3	Wi-Fi in een modern mobiel netwerk	28
6.4	Wi-Fi-calling: IMS/RCS/VoLTE als basis	29
6.5	Technische aandachtspunten	31
6.6	Wi-Fi, LTE, 5G: visie op de toekomst	34
7	De aanbodzijde	37
7.1	Vendor Implementaties Wi-Fi-calling	37
7.2	De mobiele operators en Wi-Fi-calling diensten	40
7.3	DAS-ontwikkelingen	41
8	De rollen voor SURFnet	43
8.1	Manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen	43
8.2	Rollen voor verbeteren indoordekking	43
8.3	Evaluatie van rollen	45
9	Conclusies en aanbevelingen	48
9.1	Conclusies	48
9.2	Aanbevelingen	49
9.3	Beperkingen	50

1 Management samenvatting

SURFnet biedt vanaf begin 2016 een Wi-Fi-as-a-Service dienst, genaamd SURFwireless, aan haar doelgroep. Met deze dienst zet SURFnet een grote stap verder op de campus van de doelgroep en levert een betrouwbare en een beheerde “draadvrije” dienst. Dit opent de weg om meer toegevoegde waarde diensten in het draadvrije domein aan te bieden, zodat SURFnet de markt weer enkele stappen voor is.

Als zodanig speelt SURFnet met de vraag welke andere diensten geboden kunnen worden via SURFwireless of via het Wi-Fi-netwerk van de instelling. De komende tijd zal in het teken staan van het ontwikkelen van deze diensten. Eén van de mogelijke diensten is een “Wi-Fi-calling” dienst, waarbij de integratie tussen (mobiele) telefonie en Wi-Fi wordt gezocht. SURFnet vraagt aan Wi-Finity om een verkennend onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor dergelijke dienst en één of enkele concept diensten voor te stellen die in de komende tijd verder ontwikkeld kunnen worden.

Hiertoe hebben we de volgende stappen gezet:

- Verkenning vraagkant met betrekking tot mobiele telefonie en Wi-Fi;
- Beschrijving van mogelijkheden voor verbeteren van de indoordekking voor telefonie;
- Verkenning technologische mogelijkheden op het gebied van Wi-Fi-calling;
- Mogelijke rollen voor SURFnet;

1.1 Conclusies

Telefonie

Vergeleken met 5 jaar geleden spelen de mobiele providers een veel belangrijkere rol binnen de telefonie van de instellingen. Wie zien dat de contracten voor vaste en mobiele telefonie gecombineerd zijn, dat de mobiele providers de leveranciers zijn, databundels opgenomen worden in het contract en dat de (nationale) belkosten in de contracten afgekocht worden. Het aantal medewerkers met een mobiele aansluiting verschilt sterk per instelling van 10% tot 90%, alle instellingen verwachten verder groei van het aantal mobiele aansluitingen.

De afgelopen 5 jaar zijn veel Microsoft Lync projecten gestart. Destijds was de verwachting dat Lync de oplossing zou worden voor vaste telefonie en unified communications, maar de resultaten zijn wisselend en de verwachting lijkt niet helemaal te worden waargemaakt. Mogelijk worden de vaste telefonie installaties zelfs (grotendeels) overbodig. Eén organisatie, waar alle medewerkers toegang hebben tot Lync en een mobiele telefoon, constateert dat Lync vrijwel alleen nog gebruikt wordt voor conference- en videocalls. Een andere organisatie vraagt zich af hoe om te gaan met de vaste telefonie omgeving, omdat niet alle functionaliteit met mobiele abonnementen op te lossen is.

Indoordekking

De geïnterviewde instellingen hebben aangegeven dat mobiel bereik in enkele panden of een deel van enkele panden een probleem is. Dit probleem wordt steeds prominenter, onder andere doordat er binnen steeds meer mobiel gebeld wordt, ten koste van het gebruik van vaste lijnen. Regelmatig wordt aangehaald dat inmiddels 80% van het mobiele gebruik indoor is(!). Daarnaast zorgen isolerende maatregelen in gebouwen er ook voor dat radio signalen tegengehouden worden.

De indoordekking kan verbeterd worden door inzetten van femtocellen of DAS (Distributed Antenna System). Een belangrijke vraag bij het verbeteren van indoordekking is: voor wie moet de dekking beter worden? Is dat voor de eigen medewerkers, of ook de studenten en andere bezoekers van de panden.

Femtocellen zijn kleine zenders die de dekking op bepaalde plekken specifiek voor één provider kunnen verbeteren, omdat de zenders minder krachtig zijn en aangesloten worden op het bestaande IP netwerk zijn de kosten hiervan relatief laag. DAS installaties zijn antenne installaties bestaande uit coax bekabeling en antennes waarop mobiele operators hun zenders kunnen koppelen.

De kosten voor het verbeteren van de indoordekking zijn soms versleuteld in het contract, zodat deze niet altijd goed zichtbaar zijn. De investeringen in DAS kunnen hoog zijn tot wel €100K voor een pand. Indien deze kosten in het contract zitten, zal de provider deze binnen de contractstermijn willen terugverdienen en zit de instelling mogelijk vast aan een duur contract. DAS installaties bevatten alleen passieve componenten en kunnen 10-15 jaar mee. Ofschoon een DAS installatie door meer providers gebruikt kan worden, gebeurt dit vrijwel nooit. Enerzijds omdat providers veelal eigen eisen aan een DAS stellen, anderzijds omdat er voor de huidige provider van de klant een businesscase is, maar voor de andere providers niet.

Eén van de providers gaf aan dat er mogelijk een alternatief businessmodel is waarbij een 3de partij / investeerder een DAS aanlegt en exploiteert conform de eisen van alle providers, en dit DAS verhuurt aan één of meer providers. Dit is een model dat al gebruikelijk is voor een deel van de zendmasten.

Wi-Fi

De geïnterviewde instellingen hebben allen een omvangrijk Wi-Fi netwerk en geven aan dat Wi-Fi van een “add-on” netwerk een primair netwerk is geworden, waarbij studenten de grootste doelgroep vormen. De grote instellingen hebben de Wi-Fi netwerken vanouds in eigen beheer, omdat er geen geschikte alternatieven waren, inmiddels is er een optie om de WaaS dienst van SURFnet af te nemen.

Wi-Fi-calling

Wi-Fi-calling is een nieuwe technologie, met de potentie een veel goedkoper alternatief (ten opzichte van femtocellen of DAS) te worden voor het verbeteren van indoordekking. Bij Wi-Fi-calling worden de diensten van een mobiele provider afgehandeld over een Wi-Fi netwerk en niet over de radio infrastructuur van de provider. Dit is mogelijk door gebruik te maken van een app op de smartphone, of een smartphone die geschikt (“native”) is voor Wi-Fi-calling.

Wi-Fi-calling heeft een nauwe relatie met VoLTE (4G bellen), beide zijn voor wat betreft technologie en standaardisatie nauw aan elkaar verwant. Software voor Wi-Fi-calling wordt door een groot aantal leveranciers geleverd, zowel de gevestigde orde voor mobiele providers (Ericsson, Huawei, Nokia) als niche spelers (Mavenir/Mitel, Taqua, Newnet, Spectrummax). Deze laatste richten zich met name op de MVNO markt. Zoals bij elke nieuwe technologie zullen er ook bij Wi-Fi-calling aandachtspunten zijn. In deze rapportage zijn er een aantal geschetst.

In het buitenland bieden enkele mobiele providers al Wi-Fi-calling aan. De Nederlandse mobiele providers hebben aangekondigd in de loop van 2016 en 2017 de eerste Wi-Fi-calling en VoLTE diensten uit te brengen. Deze Wi-Fi-calling diensten zullen geschikt zijn voor specifieke abonnementen en toestellen, hiermee zal Wi-Fi-calling naar verwachting nog geen volwaardige vervanging zijn voor DAS of femtocellen.

Rollen SURFnet

SURFnet kan waarde toevoegen door kennisuitwisseling en samenwerking, gezamenlijk inkopen van diensten, het zelf ontwikkelen/bouwen/bieden van diensten, en ook door inzetten van SURFnet infrastructuur t.b.v. het leveren van diensten door marktpartijen. In totaal zijn een twaalftal mogelijke rollen (kort) beschreven en is in een workshop binnen het programma “draadvrij” een evaluatie gemaakt van deze rollen op basis van toegevoegde waarde en de verwachte inspanningen

voor SURFnet en de instellingen. Onderstaande aanbevelingen zijn op deze evaluatie van de rollen gebaseerd.

1.2 Aanbevelingen

In de conclusies hebben we gezien dat Wi-Fi-calling in de loop van 2016 en 2017 door de providers geïntroduceerd zal worden. Initieel zal dit geen generieke oplossing zijn voor betere indoordekking aangezien er beperkingen zullen zijn met betrekking tot de ondersteunde abonnementsvormen en toestellen. We verwachten daarom dat DAS systemen t.b.v. indoordekking de komende 2 jaar niet volledig overbodig zullen worden door Wi-Fi-calling. Wel verwachten we een steeds belangrijkere rol voor Wi-Fi-calling.

Op basis hiervan komen we tot de volgende aanbevelingen voor SURFnet:

- DAS investeringen: Zorg dat middels samenwerking en kennisuitwisseling dat DAS investeringen zodanig gedaan worden dat het DAS (her)bruikbaar is voor alle mobiele providers. Op deze manier kan de investering langer renderen en houdt de aangesloten instelling de vrijheid om van provider te wisselen. Optioneel kan gekeken worden of een 3^e partij / investeerder de DAS van instellingen wil exploiteren en of alle providers aan een dergelijk business model mee willen werken.
- Pilot Wi-Fi-calling: Start om ervaring op te doen een Pilot met Wi-Fi-calling. In deze pilot kunnen tal van de (technische) aandachtspunten uit paragraaf 6.5 ervaren worden en gekeken worden hoe Wi-Fi-calling in de praktijk zal uitwerken. De informatie uit deze pilot kan gebruikt worden in het inkoopproces en bij de beslissing zelf een dienst te ontwikkelen. Een dergelijke pilot zal met een provider(MNO) of MVNO opgestart kunnen worden, vanwege de flexibiliteit geniet een MVNO de voorkeur.
- Inkoop telefonie: Bij gezamenlijke inkoop van telefonie zal Wi-Fi-calling een belangrijk aandachtspunt moeten zijn. Enerzijds zal gekeken moeten worden naar de technische aandachtspunten uit paragraaf 6.5 anderzijds is het van belang te kijken hoe de besparing door het gebruik van Wi-Fi-calling bij de aangesloten instellingen terecht komt. Bij het inkooptraject zal SURFnet er rekening mee moeten houden dat de providers zich met Wi-Fi-calling diensten initieel op de consumentenmarkt richten, geen Wi-Fi-calling app zullen aanbieden, maar zich beperken tot enkele typen toestellen met native Wi-Fi-calling ondersteuning.
- Overweeg het ontwikkelen van een eigen mobiele dienst. Dit geeft SURFnet meer keuzevrijheid om de dienst af te stemmen op de behoeften en prioriteiten van de instellingen. SURFnet zou bijvoorbeeld het gebruik van een app wel kunnen ondersteunen, zodat een veel groter deel van de doelgroep de Wi-Fi-calling dienst kan gebruiken. De inspanningen voor het ontwikkelen van een nieuwe dienst zijn vanzelfsprekend groter, aan de andere kant is het bouwen van een MVNO geen rocket science en een bekend proces. Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwikkelen van een eigen dienst is de omvang en complexiteit van het klantproces en -contacten.

2 Projectopdracht

2.1 Achtergrond

SURFnet biedt vanaf begin 2016 een Wi-Fi-as-a-Service dienst aan haar doelgroep. Met deze dienst zet SURFnet een grote stap verder op de campus van de doelgroep en levert een betrouwbare en een beheerde “draad-vrije” dienst. Dit opent de weg om meer toegevoegde waarde diensten in het draad-vrije domein aan te bieden, zodat SURFnet de markt weer enkele stappen voor is.

Als zodanig speelt SURFnet met de vraag welke andere diensten geboden kunnen worden. De komende tijd zal in het teken staan van het ontwikkelen van deze diensten. Eén van de mogelijke diensten lijkt een “Wi-Fi-calling” dienst, waarbij de integratie tussen (mobiele) telefonie en Wi-Fi wordt gezocht. SURFnet vraagt aan Wi-Finity om een verkennend onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor een dergelijke dienst of rol voor SURFnet en enkele concepten voor te stellen die verder ontwikkeld kunnen worden.

Draadloze netwerken en mobiele devices spelen een steeds grotere rol in ons dagelijks leven. LTE/4G en Wi-Fi zijn op dit vlak de prominente technologieën. LTE/4G in het provider domein en Wi-Fi in het domein van huishoudens en bedrijven. De technologieën lijken op het eerste gezicht concurrerend en tegengesteld. Bijv. “gratis Wi-Fi” ten opzichte van betaalde mobiele abonnementen met databundels, of gebruik van openbaar spectrum ten opzichte van vergunningsvrije banden.

Nadere beschouwing laat zien dat er naast verschillen ook steeds meer overeenkomsten zijn. Dat is niet vreemd aangezien de belangrijkste driver voor beide technologieën de almaar toenemende behoefte aan draadloos (data) verkeer is. Kijkend naar de doorontwikkeling van Wi-Fi en LTE komen de grenzen van beide technologieën steeds dichterbij elkaar.

Een van de ontwikkelingen op het grensvlak tussen het LTE/4G domein van de mobiele operators en het Wi-Fi domein is Wi-Fi-Calling. Deze term verwijst naar afhandelen van de traditionele mobiele diensten over een Wi-Fi netwerk in plaats van, of als aanvulling op, de 3G of 4G radionetwerken.

SURFnet, van nature de spin in het IT web voor het Nederlandse onderwijs en onderzoek, is de markt steeds een paar stappen voor met hoogwaardige en innovatieve diensten. Ook op het grensvlak van Wi-Fi en LTE/4G ziet SURFnet mogelijkheden voor innovatieve diensten.

Deze diensten zouden een mooie aanvulling zijn op het SURFwireless-aanbod dat SURFnet heeft geïntroduceerd voor haar doelgroep. Met deze diensten kan SURFnet een grote stap verder op de campus van de doelgroep zetten en betrouwbare en beheerde “draad-vrije” diensten leveren.

2.2 Opdrachtformulering

Voor SURFnet is het continue een belangrijke vraag welke innovatieve diensten geboden kunnen worden. Met het SURFwireless-aanbod zet SURFnet een stap op de campus van haar klanten en stelt SURFnet zich de vraag welke innovatieve diensten zij op basis van dit platform mogelijk kunnen maken. Eén van de mogelijke diensten lijkt een “Wi-Fi-calling” dienst, waarbij de integratie tussen (mobiele) telefonie en Wi-Fi wordt gezocht.

SURFnet heeft aan Wi-Finity gevraagd een verkennend onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor een “Wi-Fi-calling” dienst of andere rollen voor SURFnet en enkele concepten of diensten voor te stellen die verder ontwikkeld kunnen worden.

Hiertoe hebben we de volgende stappen gezet:

- Verkenning vraagkant met betrekking tot mobiele telefonie en Wi-Fi;
- Beschrijving van mogelijkheden voor verbeteren van de indoordekking voor telefonie;
- Verkenning technologische mogelijkheden op het gebied van Wi-Fi-calling;
- Mogelijke rollen voor SURFnet;

In de volgende paragrafen worden deze stappen nader beschreven.

2.2.1 Verkenning vraagkant met betrekking tot mobiele telefonie en Wi-Fi

De doelgroep van SURF bestaat uit universiteiten, hogescholen, zorginstellingen, onderzoeksinstituten, MBO instellingen, bibliotheken en andere door OC&W gefinancierde instellingen. In totaal betreft het circa 160 aangesloten instellingen¹. Bij enkele van deze instellingen zijn interviews gehouden om een beeld te krijgen van de huidige context voor wat betreft Wi-Fi en (mobiele) telefonie. Hierbij is gekeken naar omvang van de doelgroep en gebruik van (mobiele) telefonie en Wi-Fi en de uitdagingen die de instellingen zien.

2.2.2 Beschrijving van mogelijkheden voor verbeteren van de indoordekking voor telefonie

Het realiseren van indoordekking voor telefonie is een van de uitdagingen van de instellingen. We hebben gekeken op welke wijzen indoordekking verbeterd kan worden, en deze manieren geëvalueerd. Wi-Fi-calling is hierbij een interessante optie.

2.2.3 Verkenning aanbodkant Wi-Fi-calling

Voor Wi-Fi-calling hebben we gekeken welke mogelijkheden de technologie biedt en welke toepassingen gezien worden en welke producten en diensten op de markt beschikbaar zijn of komen. Daarnaast is gekeken naar problemen en aandachtspunten binnen het gebied.

Uiteindelijk is alleen gesproken met enkele technologie leveranciers, te weten Spectrummax, Newnet, Mitel/Mavenir.

We hebben alle mobiele operators (KPN, Vodafone, T-mobile, Tele2) en een MVNE uitgenodigd om mee te werken aan dit onderzoek. Twee van de operators hebben niets meer van zich laten horen, ook na enkele herinneringen. Eén heeft na het zien van de vragen aangegeven niet mee te willen doen. Met slechts één van de mobiele operators is tot een afspraak gekomen², maar na review van het interview kregen we te horen dat we het niet mochten opnemen in de rapportage.

2.2.4 Mogelijke rollen voor SURFnet

Vervolgens hebben we gekeken naar de verschillende rollen voor SURFnet, op basis van de werkwijze van SURFnet. De bevindingen zijn samen met de mogelijke rollen gepresenteerd aan het projectteam van SURFnet. De rollen zijn tijdens een workshop geëvalueerd.

2.3 Nadere afbakening van de opdracht

Voor dit onderzoek definiëren we “Wi-Fi-calling” als het afhandelen van gesprekken en SMS berichten over een Wi-Fi netwerk, terwijl die normaal gesproken over het radio netwerk van een mobiele provider afgehandeld zouden worden. Belangrijk kenmerk van Wi-Fi-calling is dat de gebruiker op zijn eigen mobiele nummer bereikbaar is en niet op een extra nummer of middels een andere identiteit.

¹ Zie <https://www.surf.nl/over-surf/werkmaatschappijen/surfnet/over-surfnet/aansluiten-op-surfnet/aangesloten-instellingen/index.html>

² Inmiddels is de situatie veranderd. Twee van de operators hebben aangegeven dat ze medio februari niet wilden reageren omdat hun plannen nog niet publiek aangekondigd waren, daarna wilden ze wel in gesprek.

Het onderzoek heeft geen betrekking op andere vormen van bellen over Wi-Fi, waaronder bellen vanuit apps, zoals Whatsapp, Google Voice, Viber, of bellen over Wi-Fi als onderdeel van een (virtual) PABX, zoals VoIP systemen van PABX leveranciers of Skype for business.

2.4 Op te leveren resultaat

Het resultaat van de opdracht is een rapportage van alle bevindingen en enkele presentaties van de bevinding voor relevante stakeholders.

2.5 Aanpassingen gedurende de opdracht

Er is gekozen om een beperkte groep instellingen te interviewen, een groep passend binnen het budget van de opdracht. Voor een deel zijn de contacten van het SIP trunking onderzoek in oktober 2010 door NiVo Networks Architects benaderd, daarnaast zijn enkele nieuwe contacten benaderd. Er is gesproken met 4 universiteiten, 1 hogeschool en 1 MBO. Hetgeen niet een representatief beeld schetst van de doelgroep van SURFnet, maar wel een goede impressie geeft.

3 SURF

3.1 Missie & werkwijze

In het meerjarenplan 2015-2018 wordt de missie van SURF beschreven als: *“SURF zorgt ervoor dat studenten, docenten, onderzoekers en medewerkers in het hoger onderwijs en onderzoek onder gunstige voorwaarden kunnen beschikken over de best mogelijke ICT-voorzieningen ten behoeve van toponderzoek en talentontwikkeling, ook in nationale en internationale samenwerking.”*

De werkwijze van SURF is hierin tweeledig:

- SURF innoveert, ontwikkelt en exploiteert samen met de instellingen een geavanceerde, federatieve e-infrastructuur;
- SURF organiseert vraagbundeling, samenwerking en kennisuitwisseling voor de aangesloten instellingen.

Met ingang van 2015 is SURF georganiseerd als een coöperatieve vereniging waaronder SURFmarket, SURFnet en SURFsara als werkmaatschappijen. De nieuwe organisatie heeft tot doelstelling de samenwerking binnen SURF te versterken en maakt het mogelijk het inbestedingsmodel te gebruiken. Dankzij het inbestedingsmodel kunnen instellingen zonder aanbestedingsverplichting diensten afnemen van SURFnet. Dit geldt uitsluitend voor de instellingen die toetreden tot de coöperatie SURF en deze instellingen zijn verplicht om het kernpakket van SURFnet af te nemen.

In 2014 bedroegen de inkomsten uit de dienstverlening ca. €50 miljoen, daarnaast kreeg SURFnet ca. €30 miljoen subsidie vanuit OCW, EZ en de EU³. SURFnet hanteert het principe dat de inkomsten uit de dienstverlening de kosten van de exploitatie zoveel mogelijk moeten dekken.

3.2 Doelgroep

De doelgroep bestaat uit de studenten, docenten, onderzoeker en medewerkers van universiteiten, hogescholen en gerelateerde instellingen zoals UMC's, RIVM en TNO. Daarnaast kunnen sinds 2014 ook mbo-instellingen gebruik maken van de diensten van SURFnet. Indirect kunnen ook primair en voorgezet onderwijs gebruikmaken van de diensten van SURFnet.

	Studenten, Deelnemers	Docenten, Onderzoekers	Ondersteunend personeel
Universiteiten	Ca. 250.000	22.900	16.800
HBO	Ca. 440.000	18.400	13.000
MBO	Ca. 460.000	20.700	14.700
Totaal	Ca. 1.250.000	62.000	44.500

Op dit moment zijn er ca. 170 instellingen⁴ die gebruik maken van het SURFnet netwerk. Om een indruk te krijgen van het aantal studenten, docenten, onderzoekers en medewerkers die potentieel toegang hebben tot de dienstverlening van SURFnet hebben we gekeken naar de gegevens van de kentallen van universiteiten, hogescholen en mbo.⁵ Dit overzicht geeft een indruk, maar is niet compleet. Onder andere onderzoeksinstellingen en UMC's zijn hierin niet meegenomen.

³ Jaarverslag SURF 2014

⁴ <https://www.surf.nl/over-surf/werkmaatschappijen/surfnet/over-surfnet/aansluiten-op-surfnet/aangesloten-instellingen/index.html>

⁵ <http://www.onderwijsincijfers.nl>, cijfers 2012

3.3 Diensten SURFnet

SURFnet heeft een uitgebreide portfolio van diensten die aan aangesloten instellingen geleverd kunnen worden. De portfolio is onderverdeeld in de volgende groepen:

- Beveiliging en privacy
- Data
- Cloud en online samenwerken
- Licenties
- Monitoring
- Netwerkconnectiviteit
- Training en ondersteuning
- Rekenkracht.

Voor het onderzoek naar Wi-Fi-calling zijn de diensten binnen het cluster Netwerkconnectiviteit het meest relevant, dit zijn:

- SURFinternet, de koppeling naar Internet;
- SURFwireless, de Wireless-as-a-Service dienst;
- Eduroam, de authenticatie dienst voor Wi-Fi netwerken;
- SURFlichtpaden, optische netwerkverbindingen;
- Multi Service Port, 1 netwerk aansluiting voor verschillende lichtpaden;
- Netherlight, een open lichtpaden exchange;
- SURFdomeinen, Domeinnaam registratie en beheer;
- SURFinternetpinnen, pinnen via IP.

Daarnaast is per gebied aandacht voor innovaties en innovatieprojecten, deze zijn te vinden op de SURFnet website en worden hier niet nader genoemd.

3.4 Criteria voor het selecteren van een rol

Kijkend naar missie en werkwijze van SURF (zie paragraaf 3.1) is het aannemelijk dat SURFnet zich de volgende vragen stelt alvorens een dienst te ontwikkelen en aan te bieden:

1. Zijn er schaal- en kosten voordelen te realiseren door samenwerking?
2. Zijn er andere voordelen te realiseren?
3. Biedt de markt al diensten die passen bij de behoefte van de aangesloten instellingen?
4. Kunnen partijen uitgedaagd worden om betere diensten en businessmodellen te ontwikkelen?

Als een dienst niet voor een (groot) deel van bij SURF aangesloten instellingen relevant is, of als er geen schaal- en kosten voordelen te behalen zijn zal SURFnet deze niet aanbieden. Mogelijk zijn er echter andere voordelen, SURFdrive is hier een voorbeeld van. Er zijn tal van vergelijkbare en goedkopere of zelfs gratis diensten. Het voordeel van SURFdrive voor de instellingen is de beveiliging, want de opslag vindt plaats in de veilige en betrouwbare SURF-community cloud.

Daarnaast wil SURFnet een voortrekkersrol vervullen en zullen diensten die door de markt aangeboden worden en voldoen aan de behoefte niet snel door Surf aangeboden worden. Wel zal SURFnet in dat geval de markt willen uitdagen om betere diensten aan te bieden en zich bijvoorbeeld te conformeren aan open standaarden.

3.5 Relatie met het Wi-Fi-calling onderzoek

SURFnet gaat vanaf 2^{de} kwartaal 2016 een Wi-Fi-as-a-Service dienst aanbieden. Wi-Fi-calling wordt gezien als potentiële dienst die met deze dienst gebundeld kan worden.

Dit onderzoek vindt plaats in het kader van het innovatieprogramma “Draadvrij”. De doelstelling hiervan:

“Draadvrij is: alle datacommunicatie waarvoor geen draad nodig is naar de eindgebruiker. Dus Wi-Fi, 4G, maar ook mobiele telefonie. We willen dat gebruikers het allemaal gebruiken, maar er zo weinig mogelijk omkijken naar hebben. Zodat ze zich optimaal kunnen richten op hun belangrijkste activiteiten: werk en studie.”⁶

Het is belangrijk op te merken dat in het diensten portfolio van SURFnet geen telefonie diensten zijn opgenomen. De vraag zou kunnen zijn: waarom een telefonie dienst te onderzoeken? We kunnen dit zien in het licht van het uitdagen van de marktpartijen om tot betere diensten te komen, en ook in de doelstelling van het Draadvrij-programma om te zorgen dat gebruikers geen omkijken hebben naar Wi-Fi, 4G of mobiele telefonie.

⁶ <https://www.surf.nl/innovatieprojecten/het-open-programmeerbare-netwerk/draadvrij.html>

4 De vraagkant

SURFnet wilde inzicht verkrijgen in de situatie aan de vraagkant voor wat betreft telefonie, Wi-Fi en de verwachtingen van de doelgroep met betrekking tot het onderzoek. Hiertoe is met een aantal mensen binnen Universiteiten, Hogescholen en een enkele MBO gesproken over het Wi-Fi- en Telefonie landschap en de verwachtingen met betrekking tot het onderzoek.

In de onderstaande paragrafen wordt het beeld dat hieruit voorkomt geschetst. Voor Telefonie is ook gebruik gemaakt van een onderzoek naar SIP trunking gedaan door NiVo Network Architects in oktober 2010.

4.1 Kenmerken van de aangesloten instellingen

Er is met een zestal instellingen gesproken, 1 hogeschool, 1 MBO en 4 universiteiten. De hogeschool en MBO hebben als kenmerk dat de instellingen geconcentreerd zijn op een beperkt aantal locaties (<10), de universiteiten zijn verspreid binnen de stad over ca. 50 – 100 panden.

De hogeschool heeft ca. 3.000 medewerkers en verzorgt onderwijs voor ca. 30.000 studenten. Het MBO heeft ca. 1300 medewerkers en 13.000 studenten. De gesproken universiteiten zijn van gemiddelde grote wat betreft medewerkers ca. 3.000 en variëren in studenten van ca. 10.000 tot meer dan 30.000.⁷

In dit onderzoek worden de namen van de instellingen niet genoemd.

4.2 Vaste en Mobiele Telefonie bij de instellingen

In 2010 was in de vaste telefonie omgevingen een transitie naar VoIP-omgevingen gaande. Enkele instellingen waren grotendeels om naar VoIP, de anderen maakten nog gebruik van traditionele PABXen en hadden VoIP pilots of migraties lopen. Voor de verbinding met het vaste net werd destijds in alle gevallen nog gebruik gemaakt van ISDN30 van Ziggo, KPN en UPC. Gevraagd naar beleid en de toekomst van Telefonie had ongeveer de helft de verwachting dat telefonie uit de cloud zou komen en dat Microsoft Lync hier een belangrijke rol in zou vervullen. Andere instellingen gaven aan een “mobiel tenzij” beleid na te streven.

In 2015 zien we dat in alle gevallen de contracten voor vaste en mobiele telefonie gecombineerd zijn, en dat de mobiele providers (Vodafone, T-mobile en KPN) de leveranciers zijn. Wat verder opvalt is dat de ontwikkelingen rondom Lync als vast telefonie platform minder snel gegaan zijn als men destijds verwachtte. De status van Microsoft Lync (tegenwoordig Skype for Business) projecten is wisselend, soms zijn ze geïmplementeerd, soms lijken ze niet helemaal van de grond te komen. Eén instelling geeft aan dat Lync voor de niet IT'er als complex ervaren wordt. Binnen deze instelling heeft bijna iedereen een mobiel en wordt Lync vrijwel uitsluitend voor conference calls en UCS functies gebruikt.

Het aantal mobiele telefonie abonnementen verschilt sterk, er zijn instellingen waar 10-15% van de medewerkers een mobiel abonnement “van de zaak” hebben en instellingen waar dit meer dan 80% is. Zonder uitzonderingen wordt verwacht dat het aantal medewerkers met een mobiel abonnement sterk zal groeien. Eén van de instellingen geeft aan dat ze het “mobiel, tenzij” beleid losgelaten hebben, omdat er grote verschillen zijn in wensen tussen faculteiten/afdelingen wat betreft dit onderwerp. Toch is ook hier de verwachting dat over ca. 2 jaar de helft van de vaste telefonie aansluitingen vervangen zullen zijn door mobiele telefonie aansluitingen.

⁷ http://www.vsnu.nl/f_c_personeel_downloads.html stand 31-12-2014,
http://www.vsnu.nl/f_c_studentsen_downloads.html stand 1 -10 -2014

De geïnterviewde benoemen de volgende uitdagingen en vraagstukken op het vlak van Telefonie:

- Invoering van unified communications en videobellen, hiervoor lopen pilots of worden pilots opgestart;
- Indoordekking bij medewerkers thuis en in bepaalde gebouwen van de instelling;
- Hoe verder met de vaste telefonie omgeving? Niet alle problemen zijn met mobiele abonnementen op te lossen;
- Hoe om te gaan met de combinatie van vaste en mobiele nummers? Wanneer is iemand op zijn 06 bereikbaar wanneer op een vast nummer. Hoe houden we zicht op verkeersstromen en houden we inzicht in de bereikbaarheid van de instelling, faculteit, afdeling etc.

4.3 *Problemen met indoordekking*

Vijf van de gesproken instellingen hebben aangegeven dat mobiel bereik in enkele panden of een gedeelte van enkele panden een probleem is. De oplossing voor indoordekking is veelal meegenomen in het contract voor de mobiele abonnementen en wordt opgelost door het inzetten van femtocellen of (Distributed Antenna System) DAS systemen.

Twee van de instellingen geven aan dat met het realiseren van een indoor-DAS systeem per locatie ca. 100K gemoeid is. Wanneer meer panden van een DAS voorzien moeten worden zijn dit significante bedragen. Eén instelling geeft aan dat de kosten gemoeid met het realiseren van de dekking niet direct zichtbaar zijn omdat dit in het contract versleuteld zit. Eén instelling geeft aan de problemen met indoor dekking beperkt zijn en dat de leverancier dit oplost met enkele femtocellen, hetgeen een beperkte investering vergt.

Kenmerk van deze oplossingen is dat de dekking alleen verbeterd voor de instelling zelf en voor de klanten van de huidige provider van mobiele diensten. Klanten van andere mobiele providers hebben hier geen baat bij. Ook bij het wisselen van mobiele provider zullen deze oplossingen opnieuw bezien moeten worden, mogelijk kunnen investeringen hergebruikt worden. Of dit inderdaad mogelijk is, is niet onderzocht.

4.4 *Wi-Fi*

De instellingen die we gesproken hebben, hebben omvangrijke Wi-Fi-netwerken tussen 1000 en 3000 access points. Alleen het MBO heeft een kleiner netwerk van ca. 200 access-points. Op een HP-netwerk na zijn alle Wi-Fi netwerken gebaseerd op controllers en access points van Cisco.

Het MBO neemt het (HP) Wi-Fi netwerk als dienst af bij een ICT partij. De andere instellingen nemen apparatuur af bij Dimension Data en verzorgen zelf de implementatie en beheer. Zij verwachten dit ook in de toekomst zelf te beheren en hiervoor niet de SURFnet WaaS dienstverlening af te nemen. Voor advies wordt gebruik gemaakt van in Wi-Fi gespecialiseerde bedrijven zoals Signalutions en Wi-Finity.

4.5 *Over-the-top (OTT) diensten*

Gedreven door smartphone gebruik en de beschikbaarheid van 3G en 4G netwerken zijn ook de over-the-top (OTT) diensten steeds breder inzetbaar. Was het vroeger nodig om achter een PC te zitten om bijv. een Skype-call te doen, nu kan dat met een smartphone en Skype app op elke plek waar 4G of Wi-Fi beschikbaar is.

Een belangrijk kenmerk van de OTT diensten is dat hiervoor door de instelling niets geregeld hoeft te worden. Internet toegang en het downloaden van software/app is voldoende, daarnaast zijn deze diensten veelal gebaseerd op het "freemium" businessmodel. Hiermee is de drempel op het gebruik

erg laag en zal het voor de instellingen niet op voorhand duidelijk zijn of van OTT diensten gebruik gemaakt wordt en in welke mate.

We hebben de contactpersonen gevraagd of zij inzicht hebben in het belang van OTT diensten voor hun instelling en of er beleid op dit gebied is. Hieruit ontstaat inderdaad een beeld dat deze diensten zeker gebruikt zullen worden, maar dat de mate waarin niet duidelijk is. Geen van de personen kon aangeven wat het beleid van de instelling is met betrekking tot OTT diensten en hoe met privacy en intellectual property wordt omgegaan. Juist gegevens/big data/informatie is de waarde waarmee veel Freemium diensten indirect worden “betaald”.

4.6 *Verwachtingen van de instellingen met betrekking tot het Wi-Fi-calling onderzoek*

We hebben gevraagd wat de contactpersonen graag terug zouden zien in het onderzoek. De gemeenschappelijke deler van de antwoorden is “indoordekking” en “seamless samen werken Wi-Fi/4G/5G”, de antwoorden zijn verder te verdelen in meer business gerelateerde vraagstukken en technische vraagstukken.

Business(model) vraagstukken

- Wat we in het onderzoek terug zouden willen zien is een toekomst visie op indoordekking en de rol van Wi-Fi / 4G.
- Hoe ga je om met de koppelvlakken naar service providers. Koppel je alleen met je eigen provider of meer, wil een provider dat wel aanleggen en wie draagt de kosten?
- Waarom nog Wi-Fi uitbreiden ivm. steeds beter worden 4G en 5G?
- Wat zijn de ontwikkelingen aan aanbod kant zoals bijv. LTE-U?
- Het ondersteunen van 4G (en later 5G) diensten via Wi-Fi roept vragen op rondom het eigenaarschap van het netwerk en de grenzen van het beheer.

Technische vraagstukken

- Gebruik je de 2.4Ghz band voor spraak en de 5Ghz voor data, of andersom, en hoe zorg je dat toestellen inderdaad alleen die band gebruiken?
- Als je in het Wi-Fi netwerk roamt van AP naar AP, welk effect heeft dat?
- Hoe kunnen Wi-Fi & 4G seamless samenwerken?
- Welke clients worden ondersteund, windows mobile wordt vaak niet ondersteund.
- Hoe zit het met de performance en de stabiliteit van de client software voor de smartphone?

4.7 *Conclusie*

Op basis van het beperkt aantal interviews, waarbij universiteiten een groot aandeel hadden, kunnen we geen algemene conclusie trekken over alle instellingen. Hieronder schetsen we de conclusies op basis van de gesproken instellingen.

Microsoft Lync (nu Skype for Business) lijkt niet helemaal de opmars gemaakt te hebben, die de instellingen enkele jaren geleden verwachtte. We zien enkele langdurige projecten, die soms niet helemaal van de grond komen. Toch zijn er ook organisaties die Lync wel grootschalig ingevoerd hebben. Hier is de feedback dat er nog ontevreden gebruikers zijn en dat Lync voor niet technische mensen lastig te vatten blijkt.

De rol van de mobiele providers in de telefonie omgeving van de instellingen is aanzienlijk groter dan enkele jaren geleden. Enerzijds omdat het aantal mobiele aansluitingen groter is, anderzijds omdat deze providers nu ook het verkeer voor vaste telefonie afhandelen. In contracten is het (binnenlandse) telefonie verkeer vaak afgekocht, hier mee lijkt vast-mobiel integratie als financieel vraagstuk opgelost en zijn de mobiele providers de belangrijkste leveranciers van telefonie.

Het aantal medewerkers met een mobiele telefoon van de instelling varieert nog sterk. Er zijn instellingen waar ca. 10% van de medewerkers een mobiel abonnement hebben, maar ook instellingen waar vrijwel iedereen dat heeft. Eén organisatie, waar alle medewerkers zowel toegang hebben tot Lync als tot een mobiele telefoon, constateert dat Lync vrijwel alleen gebruikt wordt voor conference- en videocalls. Deze organisatie ziet ook een ander vraagstuk opkomen: Zijn mensen op hun 088 nummer (vast/lync) bereikbaar of hun 06 nummer (mobiel).

Met betrekking tot Wi-Fi valt op dat vijf van de gesproken instellingen Cisco gebruiken in het Wi-Fi netwerk. Het andere netwerk is een HP netwerk. De instellingen hebben volledig dekkende netwerken in de gebouwen en soms ook op de campus. De laatste jaren is Wi-Fi van een “add-on” geworden tot een primair netwerk. De studenten van de instelling zijn de grootste doelgroep, daarnaast medewerkers, gasten en studenten van andere instellingen.

Alle instellingen op één na, doen zelf uitrol en beheer van de netwerken, en zien dat ook niet snel veranderen. Dit heeft waarschijnlijk een sterke relatie met de grote omvang van deze instellingen. Het in verhouding hierbij kleinere MBO heeft een Europese Aanbesteding gedaan en neemt Wi-Fi dienstverlening af bij een marktpartij. De SURF WaaS propositie zullen deze instellingen niet afnemen.

Vijf van de gesproken instellingen ervaart problemen met 3G/4G indoordekking, de problemen verschillen in omvang van enkele plekken binnen gebouwen tot een aantal gebouwen op de campus. Twee instellingen geven aan dat met de realisatie van DAS systemen hoge bedragen gemoeid zijn.

Gevraagd naar Wi-Fi-calling en wat de instellingen terug willen zien in het onderzoek:

- Is Wi-Fi-calling een oplossing of alternatief voor indoor dekkingsproblemen met 3G en 4G?
- Een visie op het naadloos samenwerken van Wi-Fi, 4G en in de toekomst 5G.
- Inzicht in de technische uitdagingen en oplossingen rondom Wi-Fi-calling.

In de volgende twee hoofdstukken geven we een antwoord op deze vragen. In Hoofdstuk 5 beschrijven we de verschillende oplossingen voor indoordekking, waaronder Wi-Fi-calling. Hoofdstuk 6 beschrijft Wi-Fi-calling in detail evenals aandachtspunten bij het invoeren van Wi-Fi-calling.

5 Verbetering indoordekking

Draadloze telefonie en data is gebaseerd op Radio-Frequente technologie, populair gezegd: je hebt zendmasten en mobieltjes nodig. Door de zendmasten wordt gezorgd voor voldoende signaal voor de mobiele toestellen.

Naar mate je verder van de mast af komt zal het RF-signaal minder worden neemt de kwaliteit en/of haalbare bandbreedte van de verbinding af. Op een gegeven moment is het signaal onvoldoende om een werkende verbinding op te bouwen. Om een dekkend netwerk te creëren is dus een netwerk van zendmasten nodig die als een deken een landelijke dekking creëert.

In Nederland zijn inmiddels vier landelijke mobiele netwerken KPN, Vodafone, T-mobile en recent het Tele2 netwerk. Op dit moment hebben deze providers in totaal ca. 40.000 antennes op 16.000 opstelpunten⁸ geplaatst.

Het zal duidelijk zijn dat met een groter aantal masten een betere dekking te realiseren is, dit gaat samen met hogere kosten. Door minder masten neer te zetten kan een provider significant besparen, maar ook de dekking en kwaliteit van het signaal wordt minder.

Een voor de hand liggende vraag zou zijn: Zijn er (wettelijke) regels waaraan de dekking moet voldoen? Het antwoord hierop is “nee”, er zijn geen regels waaraan de dekking moet voldoen. Dit kan een mobiele provider naar eigen inzicht bepalen.⁹ Welke doelen een provider hierbij nastreeft wordt veelal gezien als bedrijfsgeheim. Natuurlijk is het streven een goed netwerk te creëren, anders komen er geen klanten.

Toch zijn er twee problemen die kunnen voorkomen, deze zijn hieronder beschreven:

- 1) Te weinig signaal
- 2) Te weinig capaciteit

Te weinig signaal

Binnenshuis worden de RF-signalen extra verzwakt door muren en ramen en is het signaal aanzienlijk minder dan op dezelfde plek buiten. Hoeveel de verzwakking bedraagt hangt af van de gebruikte bouwmaterialen en constructies.

Bij de planning van de landelijke netwerken wordt rekening gehouden met het realiseren van indoordekking en vaak zal het goed werken. Een provider kan echter onmogelijk rekening houden met alle voorkomende situaties. Soms worden garanties voor dekking buiten gegeven, garanties op indoordekking worden vrijwel niet gegeven en wordt gezien als een probleem voor de eigenaar, huurder of gebruiker van het pand¹⁰.

Te weinig capaciteit

Een ander probleem kan ontstaan als er op een bepaalde plek veel meer mobiele gebruikers gebruik van het netwerk willen maken dan normaal. Bij het ontwerp van het netwerk is dan geen rekening gehouden met dit grote aantal gebruikers. Dit kan leiden tot een situatie dat de gebruiker wel een volledig of sterk signaal ziet en toch niet kan verbinden.

⁸ Zie Antenneregister

⁹ Zie <https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/consument/mobiele-communicatie/dekking>

¹⁰ Zie <http://www.ru.nl/systeem-meldingen/help/overzicht-systemen/@865493/mobiele-telefoons/>

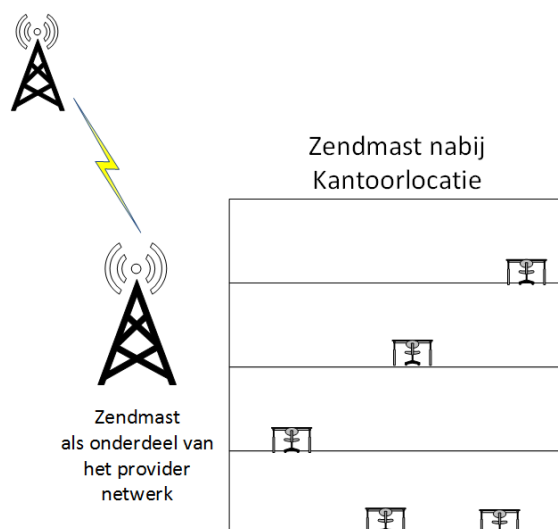
Afgelopen jaren hebben onderstaande ontwikkelingen ervoor gezorgd dat problemen met indoordekking steeds prominenter zijn geworden:

- Doordat mobiel bellen en smartphones commodity producten zijn, vindt er een grote verschuiving plaats in gebruik. Waar voorheen mobiel bellen alleen gebruikt werd als het echt niet anders kon (onderweg, buiten, in de auto etc.), vervangt het mobiel bellen nu steeds meer het bellen via een vaste telefoon of DECT installatie. Het resultaat hiervan is dat veel mobiel gebruik inmiddels binnen is. In de markt wordt regelmatig aangehaald dat inmiddels 80% van het mobiele gebruik indoor is;
- De nieuwe generaties netwerk en toestellen (4G en inmiddels 4G+) maken gebruik van steeds geavanceerdere modulatie technieken zoals 64QAM, 256QAM, welke een beter signaal vereisen;
- De gebruiker gaat steeds meer op zijn smartphone en goede connectiviteit vertrouwen, aangezien een groot deel van het gebruik indoor is zal de gebruiker indoor de maximale performance verwachten.
- Aan gebouwen worden steeds hogere eisen gesteld met betrekking tot energie efficiëntie, de isolerende maatregelen hebben ook een (groot) effect op het doorlaten van de RF energie van buiten naar binnen.

De volgende paragrafen beschrijven manieren waarop indoordekking voor telefonie gerealiseerd kan worden. Hierbij kijken we zowel naar mobiele telefonie als enterprise telefonie.

5.1 (Extra) Zendmast

Een voor de hand liggende oplossing is het verbeteren van het signaal buiten, opdat het signaal binnen ook sterker wordt. Dit kan bijvoorbeeld door een zendmast dichtbij een kantoorlocatie te plaatsen. De plaatsing van de mast moet passen in het landelijke plaatje van de provider.



Figuur 1, Verplaatsen of plaatsen van een extra zendmast voor betere indoordekking.

Het verplaatsen van een mast of het realiseren van een extra mast zijn langdurige en kostbare projecten. Welke daarnaast het risico in zich hebben dat het probleem verplaatst wordt, want een sterker signaal op de ene plek houdt ook in dat op een andere plek minder signaal zal zijn.

Verder zijn enkele ontwikkelingen die het realiseren van indoordekking vanaf buiten lastiger maken:

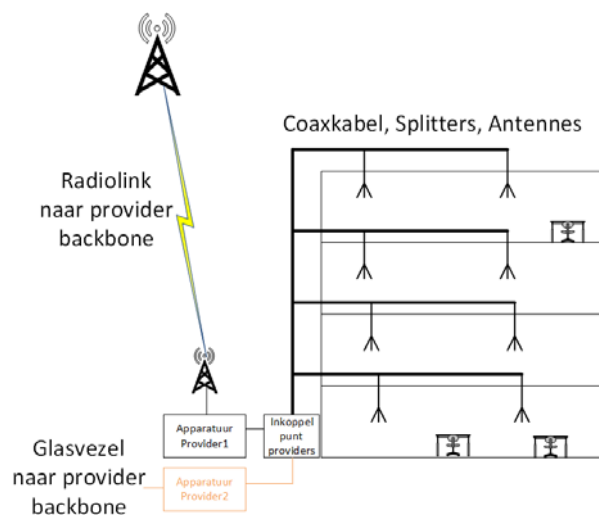
- Hogere eisen aan isolatie bij nieuwbouw en toepassen van moderne isolatie materialen. Door het toepassen van nieuwe bouw materialen, vooral glas met folie is berucht, zijn er inmiddels kantoren waar vrijwel geen mobiel signaal van buiten naar binnen komt.
- De capaciteit van een LTE cell is niet onbeperkt, naar mate het gebruik van mobiele data toeneemt zullen meer cellen nodig zijn om aan de behoefte te voldoen.
- Er worden nieuwe frequentie banden met hogere frequenties (2600Mhz) in gebruik genomen, deze frequenties ondervinden meer demping door materialen.

5.2 Distributed Antenna System (DAS)

Een Distributed Antenna System (DAS) is een veel gebruikte oplossing. Een DAS is een specifieke oplossing voor een pand en zal hierop ontworpen worden. De oplossing bestaat uit antennes op relevante plekken in het gebouw, welke gekoppeld worden door coax kabels in combinatie met signaal splitters.

Op een centraal punt, het inkoppelpunt, wordt het DAS aangesloten op de (zend)apparatuur van de provider. De mobiele providers bieden DAS oplossingen aan, het zijn kostbare installaties en de kosten voor het aanleggen worden veelal doorberekend aan de gebouw eigenaar of gebruiker. Een mogelijkheid die er ook is, maar niet altijd aangeboden of ondersteund wordt, is het geschikt maken van het DAS om meer providers in te koppelen. Zodat andere providers ook kunnen aansluiten en hun indoordekking ook verbeterd. Elke provider zal hiertoe apparatuur moeten plaatsen en een koppeling met het eigen netwerk realiseren, via glasvezel of via een radiolink.

Een DAS oplossing biedt voor een gebouweigenaar evt. ook mogelijkheden om andere RF toepassingen gebruik te laten maken van de DAS antenne infrastructuur. Daarbij kan gedacht worden aan C2000, private GSM/LTE en portofoon toepassingen. Bij het ontwerp zal rekening gehouden moeten worden dat het DAS alle verschillende frequentiebanden ondersteunt, ook eisen aan beheer van de verschillende partijen zullen afgestemd moeten worden, dit is niet altijd makkelijk of mogelijk.



Figuur 2, Distributed Antenna System met inkoppelpunt voor twee providers.

De installatie kan een passief DAS of een actief DAS zijn. Voor een passief DAS wordt alleen gebruik gemaakt van antennes, kabels en splitters. Bij een actief DAS is ook actieve apparatuur en vaak glasvezel een onderdeel van de oplossing. Door de actieve apparatuur met glasvezel te koppelen kan afgezien worden van dikke coax kabels door het hele gebouw. Het gebruik van actieve apparatuur introduceert afhankelijkheden tussen providers, beperkt de beheermogelijkheden voor de providers en roept de vraag op wie van partijen de actieve apparatuur beheert. De voorkeur van de mobiele providers gaat derhalve uit naar een passief DAS.

Afhankelijk van de omvang van het DAS, en de benodigde capaciteit, kan veel ruimte nodig zijn voor de apparatuur van de providers. Door het inzetten van veel apparatuur is ook het stroomverbruik een kostenpost. In grote DAS systemen, bijvoorbeeld stadions, wordt dit opgelost door contracten waarin ruimte gehuurd wordt en de provider de stroomkosten betaalt.

5.3 Small Cells

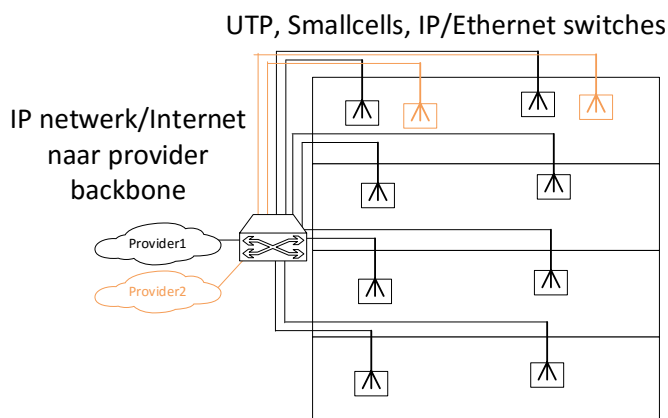
Een andere oplossing voor problemen met indoor dekking is het inzetten van zgn. small cells. Dit zijn kleine zenders van de providers, ongeveer het formaat van een grote Wi-Fi-access point. Deze small cells hebben minder zendvermogen en een kleiner bereik dan de normale zendmasten. Afhankelijk hiervan wordt ook wel gesproken over femto-, pico- of micro-cellen.



Figuur 3, Voorbeeld van een small cell.

Door inzetten van deze small cells kan op specifieke plekken extra dekking gecreëerd worden, bij een van de geïnterviewde instellingen wordt dat door de provider gedaan. Een aandachtspunt voor de provider is de samenwerking van de smallcells en de zendmasten buiten. Er zal voor gezorgd moeten worden dat de gebruikers niet merken of ze schakelen tussen zendmasten en small cells.

Daarnaast is een verbinding nodig tussen de small cell en de backbone van de provider. Hiervoor wordt een IP verbinding gebruikt. Deze zal lopen via de UTP bekabelingsinfrastructuur van de instelling en, meest waarschijnlijk, ook via het IP/Ethernetwerk en de internet koppeling van de instelling.



Figuur 4, Small Cell oplossing voor betere indoordekking

Voor complete gebouw dekking zullen over het algemeen meer small cells ingezet moeten worden, voor elke van deze cellen is een UTP en een netwerkpoort nodig. Omdat veel organisaties ook al Wi-Fi netwerken hebben, hebben een aantal Wi-Fi leveranciers, waaronder Cisco, producten op de

markt gebracht waarin een small cell module geïntegreerd kan worden. Op deze manier kan een Wi-Fi-access point en een small cell gebruik maken van een enkele aansluiting.

Bij één van de instellingen worden enkele small cells gebruikt om indoordekking op enkele specifieke plekken te verbeteren. Grootschalige small cell oplossingen en oplossingen met de Wi-Fi-integratie zijn bij de geïnterviewde instellingen niet geïmplementeerd. We verwachten ook niet dat deze bij andere instellingen geïmplementeerd zijn omdat de oplossing voor de providers een aantal nadelen heeft ten opzichte van een DAS oplossing, nl:

- De providers hebben geen end-2-end controle over het netwerk, omdat een groot deel van de verbinding over Internet en de netwerk van de instelling loopt.
- Integratie met Wi-Fi lijkt op het eerste gezicht een goed punt, de vraag is of de dekking van Wi-Fi access points en small cells identiek is zodat beide netwerken identiek ontworpen kunnen worden. Meer waarschijnlijk is dat de karakteristieken van Wi-Fi en small cells verschillen (gebruikte frequentie banden, zend vermogen, ontvangstgevoeligheid), zodat er eerder sprake is van ongewenste afhankelijkheden dan positieve synergie.

De oplossing om dekking voor meer dan één provider te creëren is omslachtiger dan bij een DAS. Omdat elke provider een eigen frequentie spectrum heeft, bestaat een small cell oplossing voor meer providers uit een aparte small cell per provider.

Een voordeel van kleinere cellen is dat, analoog aan Wi-Fi, de totale netwerk capaciteit verhoogd wordt doordat elke cell capaciteit toevoegt. Enkele leveranciers zoals bijv. Huawei, schetsen een ontwikkeling van in, wat zij noemen de laatste 100 meter, van “outside in” naar “inside out”¹¹. Met andere woorden: de dekking binnen wordt steeds belangrijker en kan (deels) ook gebruikt worden om dekking buiten te creëren. Het gaat hierbij vooral om omgevingen met veel publiek, zoals luchthavens, stations, winkelcentra, en we kunnen ons daar ook de campus van een instelling bij voorstellen.

5.4 DECT / IP-DECT / VoIP over WLAN

De hier beschreven oplossingen zijn geen oplossingen voor het realiseren van publieke dekking.

DECT maakt gebruik van 10 kanalen in de 1880-1900Mhz band en is veel gebruikt als de mobiele uitbreiding op de PABX. In de periode dat de PABX steeds meer gebruik gingen maken van VoIP is een IP-DECT variant ontwikkeld, welke op het draadloze deel gebruik maakt van de standaard DECT technologie. De DECT basis stations maken gebruik van VoIP (SIP) naar de PABX.

Er zijn nog steeds bedrijven die van een omvangrijk DECT of IP DECT netwerk gebruik maken voor de intern mobiele telefonie en berichten. Vooral bedrijven waar de communicatie cruciaal kan zijn (evenementen, theaters, ziekenhuizen) hechten aan het privé karakter van de installatie.

Met de opkomst van VoIP en Wi-Fi leek deze combinatie een goede drager en vervanger van DECT. Zo zijn ca. 10 jaar geleden diverse implementaties of pogingen tot implementaties geweest voor VoIP over WLAN gedaan. Evenals voor DECT en IP-DECT werden er specifieke toestellen voor Wi-Fi op de markt gebracht. Deze toestellen waren kostbaar en de accuduur beperkt. De ontwikkeling van de DECT en Wi-Fi handsets is enorm achtergebleven bij de stormachtige ontwikkeling en verbetering van de mobiele handsets.

¹¹ Presentatie Huawei Wi-Fi World Summit 2014

Ook aan de basisstation kant zijn er pogingen geweest om DECT en Wi-Fi-netwerken te integreren, zo heeft Mitel bijvoorbeeld een DECT basisstation ontwikkeld met ingebouwd Wi-Fi access point. Dit is ook niet grootschalig toegepast.

VoWLAN is wel op een andere manier (weer) actueel geworden. Dit heeft in eerste instantie vooral te maken met het toenemend gebruik van VoIP in de combinatie met Softclients op laptops en smartphones. Vooral Microsoft Lync is hierin een aanjager. We zien de afgelopen 1-2 jaar Wi-Fi leveranciers die hun netwerkapparatuur Lync certified maken.

Er is wel een belangrijk verschil tussen laptops en smartphones. Laptops zullen tijdens het bellen over het algemeen stationair blijven staan. Een gebruiker loopt tegen een aantal praktische bezwaren aan als hij wil bellen en rondlopen, en hierdoor niet snel geneigd dat te doen. Bij een Smartphone is die situatie natuurlijk heel anders, dit is bij uitstek het device waarmee we rondlopen en alles doen. Handover van access-point naar access-point zonder merkbare onderbreking is dan belangrijk, terwijl dat voor de laptop minder geldt. Consistente VoWLAN performance zal dus voor laptops eenvoudiger te realiseren zijn dan voor smartphones.

5.5 *Private-GSM / Private-LTE*

Private GSM is vergelijkbaar met de small-cell oplossing, hier worden kleine zenders ingezet ongeveer het formaat van een grote Wi-Fi-access point. Het verschil met de small-cell oplossing is dat deze zenders gebruik maken van een vergunningsvrije band (2x 2,5Mhz, de DECT guard band) ipv. de gelicenseerde banden van de providers. Er wordt GSM technologie gebruikt en alle mobiele toestellen die sinds ca. 2000 uitgekomen zijn kunnen gebruikt worden. Voordeel van private GSM ten opzichte van DECT en VoIP over WLAN is dat er veel minder zenders nodig zijn voor een goede dekking (ca. 1/3 ten opzichte van DECT en 1/5 ten opzichte van WLAN).

De capaciteit van de DECT guard band is beperkt, de private GSM zenders hebben de mogelijkheid 7 (of met compressie 14) gesprekken gelijktijdig af te handelen. Roaming naar de landelijke GSM netwerken is meestal geen standaard functionaliteit, maar kan wel gerealiseerd worden.

Private-GSM biedt tevens de mogelijkheid dataverbindingen te realiseren, deze hebben echter een beperkte snelheid (<1Mbps). Private-LTE is ook mogelijk, ook hier zijn de snelheden beperkt door het beperkte spectrum in de DECT guard band. In het voormalige WiMAX spectrum kunnen met private-LTE hogere snelheden gerealiseerd worden. Dit is een vergunningplichtige band waarvoor Agentschap Telecom vergunningen kan uitgeven.

De beschikbaarheid van apparatuur die geschikt is voor private-LTE banden is een ander probleem. Hiermee is Private-LTE een oplossing die typisch toegepast wordt in havens, luchthavens en andere grote terreinen waar combineren van portofonie, telefonie en video surveillance en het private karakter van het netwerk belangrijk is.

Private-GSM/LTE biedt een mogelijke oplossing voor medewerkers van het betreffende bedrijf of organisatie, als algemene oplossing voor het verbeteren van de indoordekking is het minder geschikt.

5.6 *Wi-Fi-calling*

“Wi-Fi-calling” is een nieuw begrip en steeds wordt steeds meer een containerbegrip voor allerlei technologieën, technieken en diensten op het grensvlak van Wi-Fi en de traditionele mobiele netwerken. Ook het onderscheid tussen VoWLAN en Wi-Fi-calling is niet altijd even duidelijk, in dit onderzoek hanteren we de volgende definities:

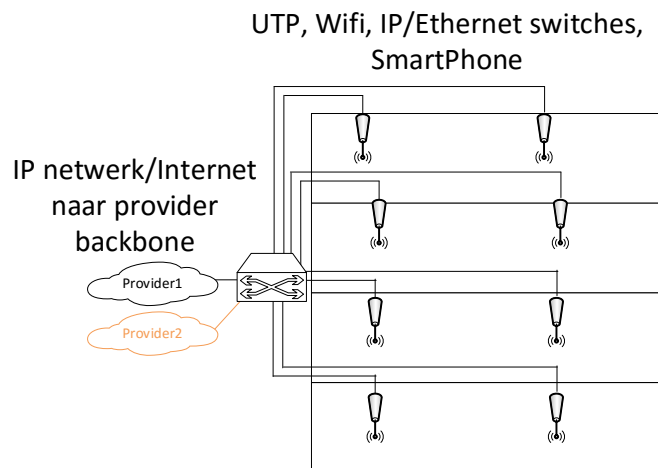
Wi-Fi-calling: oplossingen die het mogelijk maken de diensten van een mobiele provider (spraak, SMS) ook af te handelen over een Wi-Fi netwerk, zodanig dat een gebruiker ook bereikbaar is als hij alleen Wi-Fi dekking heeft.

VoWLAN: oplossingen die het mogelijk maken Enterprise spraak over een Wi-Fi netwerk af te handelen.

In essentie lijkt Wi-Fi-calling het meest op de small-cell oplossing, er zijn echter drie kenmerkende verschillen:

1. De handset maakt gebruik van clientsoftware waarmee een SIP VoIP call gemaakt kan worden;
2. Er wordt gebruik gemaakt van de Wi-Fi frequentie banden ipv. gelicenseerde banden;
3. De IP verbinding naar de provider komt direct van de client (ipv. de small cell)

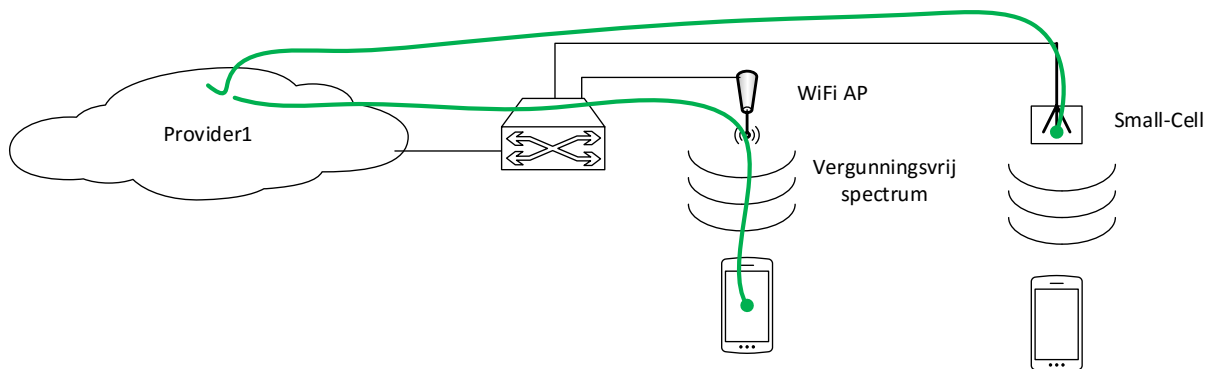
Bovenstaande heeft enkele grote implicaties en enkele grote voordelen.



Figuur 5, Wi-Fi-calling als oplossing voor betere indoordekking

Een belangrijk voordeel is dat er voor een multiprovider oplossing geen extra netwerken aangelegd hoeven te worden, een aansluiting op de backbone van de provider is voldoende. Een ander belangrijk voordeel is dat het bestaande Wi-Fi netwerk gebruikt zou kunnen worden, er is geen extra DAS of Small-cell netwerk nodig.

Hiermee komen we ook bij grote implicaties. Het Wi-Fi netwerk is vanuit het perspectief van de mobiele provider een vreemd en niet door hun beheerd netwerk. Daarnaast zijn de technische verschillen tussen Wi-Fi en LTE groot. Last but not least de koppeling tussen de smartphone loopt via Wi-Fi en client software in plaats van van het LTE .



Figuur 6, Wi-Fi-calling vs. Small Cell, bij Wi-Fi-calling loopt de IP verbinding tot op de smartphone en is de hele verbinding vanuit provider perspectief “un-managed”.

In hoofdstuk 6 zullen we de techniek achter Wi-Fi-calling in meer detail beschrijven.

5.7 Overzicht en evaluatie

De oplossingen voor indoordekking zijn grofweg te verdelen in Carrier en Enterprise oplossingen. Hieronder is voor elk een tabel opgenomen voor elke oplossing de belangrijkste kenmerken en verschillen.

Tabel 1, Enterprise Voice oplossingen voor indoordekking

Oplossing	DECT/IPDect	Private-GSM/LTE	VoWLAN
Gebaseerd op	DECT en IP	GSM en IP	IP
Handsets	DECT	Feature/Smartphone	Softclient op laptop of smartphone
Multiprovider oplossing	Nvt.	Nvt.	Nvt.
Scope	Alleen eigen medewerkers	Alleen eigen medewerkers	Alleen eigen medewerkers
Handover binnen/buiten	Nvt. 2 toestellen/nummers: DECT, Mobiel	Optioneel	Nvt. 2 toestellen/nummers: Softclient, Mobiel.
Netwerk beheer	Enterprise, Telefonie afd.	Enterprise, Telefonie of IT afd.	Enterprise, IT afd.
Wie investeert?	Instelling	Instelling	Instelling
Synergie met bestaande netwerken instelling	Deels, gebruikt UTP en Ethernet	Deels, gebruikt UTP en Ethernet	Groot, Wi-Fi netwerk zal aanwezig zijn.

Tabel 2 Carrier oplossingen voor indoordekking

Oplossing	Zendmast	DAS	Smallcell	Wi-Fi
Gebaseerd op	Coax, 3G/4G	Coax, 3G/4G	3G/4G & IP, SIP	IP, SIP
Soort handsets	Feature/Smartphone	Feature/Smartphone	Feature/Smartphone	Smartphone met clientsoftware
Multiprovider oplossing	Niet, delen mast mogelijk	Deels, gedeelde antennes, wel eigen zenders	Eigen small cells, UTP,	Koppeling met Wi-Fi netwerk
Scope	Alle klanten van de provider	Alle klanten van de provider	Alle klanten van de provider	Klanten van alle providers, mits gekoppeld.
Handover binnen/buiten	Automatisch	Automatisch	Automatisch	?
Netwerk beheer	Provider	Provider	Provider & IT afd. Klant	Provider & IT afd. Klant
Wie investeert?	Provider	Instelling, soms provider.	Provider(?) & Instelling	Instelling of provider in geval van WaaS diensten.

Synergie met bestaande netwerken instelling	Geen	Geen	Deels, gebruikt UTP en Ethernet	Groot, Wi-Fi netwerk zal aanwezig zijn.
--	------	------	---------------------------------	---

5.8 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we de mogelijke oplossingen voor indoordekking, beschreven, zowel mobiele telefonie als Enterprise voice. Een belangrijke vraag bij het realiseren van indoordekking is: voor welke doelgroep wil een instelling dit realiseren of verbeteren? Gaat dit alleen om eigen medewerkers en gebruiken deze enterprise telefonie en/of mobiele telefonie? Of gaat het ook om studenten en het publiek in het algemeen?

Indien het alleen om eigen medewerkers gaat kan een enterprise voice oplossing (DECT, private GSM, Voice over WLAN) de draadloze telefonie verzorgen. Daar de instellingen al dekkende Wi-Fi netwerken hebben lijkt het realiseren van een additioneel draadloos netwerk voor DECT of private GSM inefficiënt. Een voor de hand liggende oplossing zou Microsoft Lync / Skype for Business in combinatie met Wi-Fi kunnen zijn. Eventueel kan een dergelijke oplossing dienen als alternatief voor medewerkers met mobiel abonnement op plekken binnen de instelling waar de 3G/4G dekking onvoldoende is.

Voor het verbeteren van indoor dekking voor medewerkers met mobiele abonnementen, studenten en het algemene publiek zijn enterprise oplossingen niet geschikt. Belangrijk is om te realiseren dat de indoordekking per mobiele provider anders kan zijn. In het beste geval is er geen indoordekking probleem, worst case hebben alle mobiele provider onvoldoende indoordekking.

De oplossingen in het domein van de mobiele telefonie voor indoordekking zijn: Small cells, DAS of Wi-Fi-calling.

Small cells zijn relatief goedkoop, maar minder geschikt voor een multiprovider oplossing. Feitelijk wordt dan per provider een apart indoor netwerk gebouwd. Technologische ontwikkelingen op dit vlak zijn te verwachten, zoals een small cell geschikt voor meer providers. De vraag is hoe dit gaat passen in de financiële en beheer modellen van de providers.

DAS oplossingen zijn wel geschikt als multiprovider oplossing: op een DAS kunnen meer providers aankoppelen zodat alle klanten van alle aangekoppelde providers profiteren van betere dekking. Het aankoppelen van meer providers zijn we bij de geïnterviewde instellingen echter niet tegengekomen. Onbekendheid is hierin waarschijnlijk een belangrijke factor, evenals de kosten die zitten aan het aankoppelen (voor de provider of de instelling). Voor de providers heeft een DAS vaak de voorkeur, het beheer ligt geheel bij de provider en sluit nauw aan bij de rest van hun netwerk. De (hoge) investeringen in het DAS moeten vaak door de instellingen gedaan worden.

Wi-Fi-calling is veelbelovend omdat Wi-Fi de kenmerken heeft van een multiprovider small cell, veel goedkoper is dan een DAS en de bestaande Wi-Fi netwerken binnen instellingen al grootschalig dekking realiseren. Omdat Wi-Fi-calling geschikt is voor meer providers biedt het in potentie een oplossing voor alle medewerkers, studenten en het grote publiek. Vanuit provider perspectief bekeken kent deze oplossing een aantal uitdagingen, zo is de technologie redelijk nieuw, wordt de provider voor een groot deel afhankelijk van het netwerkbeheer van derden en zijn er nog technische vraagstukken.

In het volgende hoofdstuk beschrijven we Wi-Fi-calling in meer detail evenals de technische vraagstukken.

6 Wi-Fi-calling

In dit hoofdstuk verkennen we Wi-Fi-calling in meer detail. Eerst beschrijven we onze definitie van Wi-Fi-calling en de relatie met andere VoIP toepassingen. Daarna zullen we op hoofdlijnen de architectuur van de moderne mobiele netwerken beschrijven en de plaats van Wi-Fi-calling hierin. Vervolgens kijken we naar technische aandachtspunten voor Wi-Fi-calling en richten kort ons blik op de toekomst van Wi-Fi, LTE en 5G.

6.1 Definitie en relatie met andere VoIP toepassingen

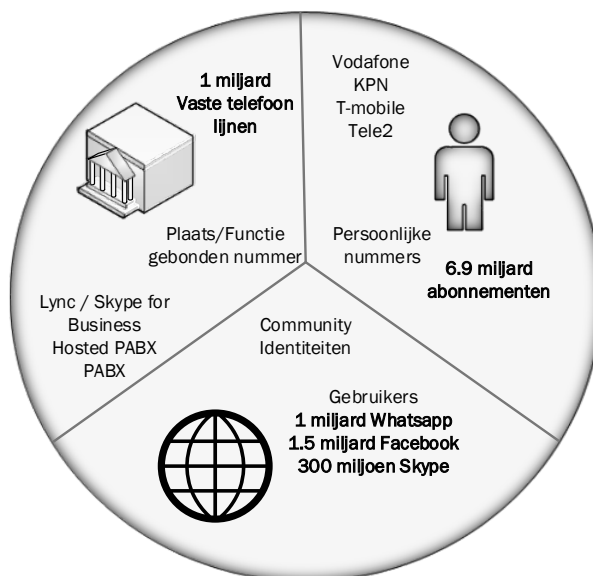
Wi-Fi-Calling is een toepassing van VoIP en voor dit onderzoek definiëren we “Wi-Fi-calling” als:

“Het bereikbaar zijn op en het afhandelen van telefoongesprekken en SMS berichten over een Wi-Fi netwerk, gesprekken en berichten die normaal gesproken over het radio netwerk van een mobiele provider afgehandeld zouden worden.”

In deze definitie behoren de volgende VoIP toepassingen niet tot Wi-Fi-calling:

- Het gebruik van Wi-Fi voor een softclient van een Hosted PABX oplossing;
- Het gebruik van Microsoft Lync over het enterprise netwerk van een organisatie;
- Het gebruik van Whatsapp calling op een smartphone.

Belangrijk kenmerk van Wi-Fi-calling is dat de gebruiker op zijn (eigen) mobiele nummer bereikbaar is, en dus dat er geen extra nummers of andere identiteiten nodig zijn, zoals in bovenstaande voorbeelden. Interessant is hier op te merken dat drie werelden steeds dichterbij elkaar komen: de wereld van de mobiele providers, de wereld van vaste Enterprise/ PABX telefonie en de Over-The-Top (OTT) wereld van apps en social media. In 2015 waren er wereldwijd ca. 7.3 miljard mobiele abonnementen¹², 1.5 miljard Facebook, 900 Miljoen Whatsapp en 300 miljoen Skype gebruikers¹³.



Figuur 7, Enkele kenmerken van traditionele telefonie, Over-The-Top diensten en mobiele telefonie en het aantal gebruikers wereldwijd.

¹² <https://www.ericsson.com/res/docs/2015/mobility-report/ericsson-mobility-report-nov-2015.pdf>

¹³ <http://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>

In dit onderzoek kijken we naar bellen over Wi-Fi door de bril van de mobiele operator. In de volgende paragrafen schetsen we de architectuur van moderne mobiele netwerken en de plaats hierin van Wi-Fi en Wi-Fi-calling.

6.2 Moderne mobiele netwerken

6.2.1 3GPP Standaardisatie

De standaardisatie van de moderne mobiele netwerken vindt plaats in de 3GPP (Third Generation Partnership Project), waarbij samengewerkt wordt met andere “standard bodies” waaronder IETF (Internet Engineering Task Force) en OMA (Open Mobile Alliance).

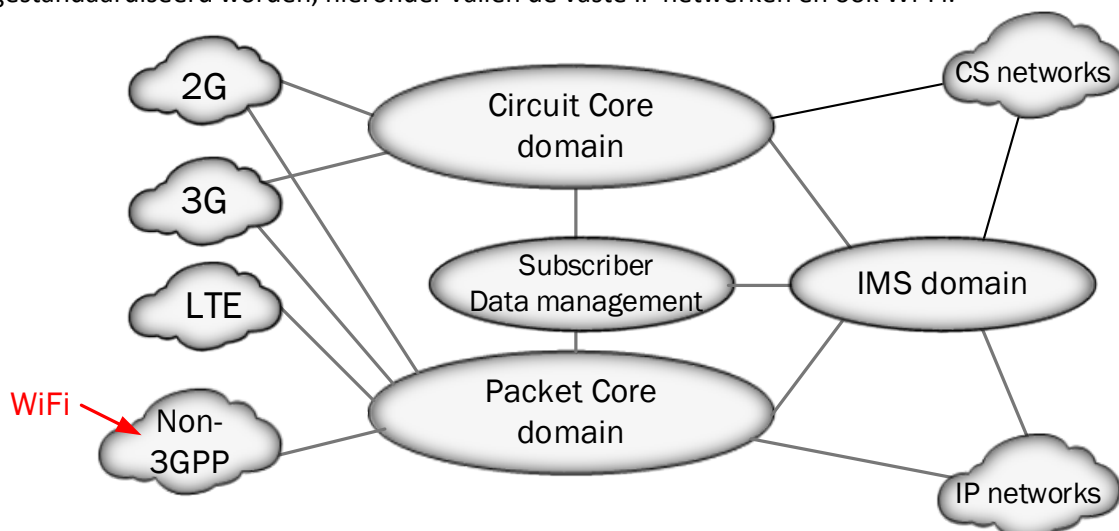
3GPP is georganiseerd in 4 Technical Specification Groups:

- TSG GERAN, definitie van GSM/EDGE Radio Access Network (2G)
- TSC RAN, definitie van Radio Access Network (3G, LTE)
- TSG SA, definitie services en overall architectuur
- TSG CT, definitie van Core network protocollen en terminal interfaces

Elke Technical Specification Group bestaat uit verschillende werkgroepen die elk verantwoordelijk zijn voor Technical Specifications en Technical Reports. Deze worden genummerd, bijv. TS.29.161 is een standaard document met nummer 161 in serie 29. Al deze documenten zijn te vinden op www.3gpp.org.

6.2.2 Architectuur domeinen mobiele netwerken

In de architectuur van een modern mobiel netwerk is een aantal domeinen te herkennen (zie Figuur 8), zoals de 2G, 3G en 4G/LTE radio netwerken, de core netwerken zowel circuit switches als packet cores, en daarnaast externe netwerken zoals de Circuit Switches (CS) netwerken en IP netwerken. Daarnaast is management van subscriber data natuurlijk uitermate belangrijk voor mobiele providers. Als laatste kunnen we het IMS domein en het Non-3GPP domein noemen. IMS staat voor IP Multimedia Subsystem, in het Non-3GPP domein vallen alle toegangen die niet in 3GPP gestandaardiseerd worden, hieronder vallen de vaste IP netwerken en ook Wi-Fi.



Figuur 8, De plaats van Wi-Fi in de domeinen van de architectuur van een mobiel netwerk¹⁴.

Wi-Fi access is een element in het non-3GPP domein, Wi-Fi-calling speelt zich af in de domeinen IMS en packet core. Daarnaast zijn er relaties met LTE en 3G voor onder andere handover van Wi-Fi naar 3G/LTE en vanzelfsprekend Subscriber management voor authenticatie en billing.

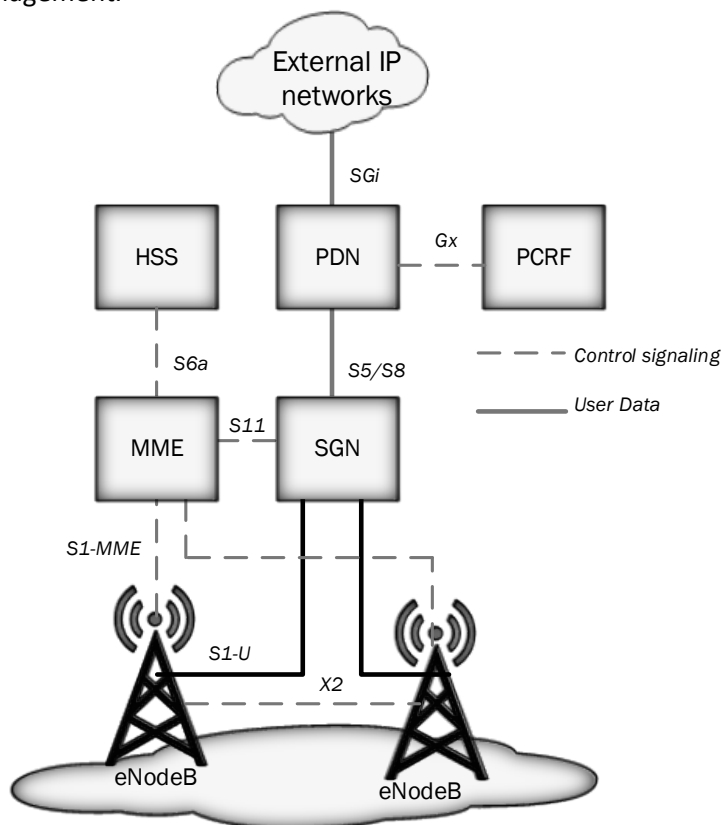
¹⁴ Naar EPC and 4G Packet Networks, Magnus Olson e.a. 2nd edition 2013

6.2.3 4G/Evolved Packet Core (4G/EPC) Architectuur

In deze paragraaf kijken we een slag dieper in de 4G en de Evolved Packet core. Bij de LTE architectuur zijn twee belangrijke principes gehanteerd: 1. Platte architectuur ivm. schaalbaarheid en kostenefficiënties en 2. het scheiden van controle signalen van gebruikers data. Door dit laatste kunnen ook het zgn. control plane en data plane onafhankelijk van elkaar geschaald en gescheiden geïmplementeerd worden.

Figuur 9 schetst een basis LTE infrastructuur, de basis wordt gevormd door de volgende elementen:

- eNodeB, de basis stations / zenders in een LTE netwerk;
- SGN, de Serving Gateway Node, is de gateway die direct in verbinding staat met het User device;
- PDN, de Packet Data Network vormt de verbinding naar externe netwerken, waaronder Internet;
- MME, de Mobility Management Entity, verzorgt het grootste deel van de signalering waaronder handovers en authenticatie;
- HSS, de Home Subscriber Server managed alle data van de klanten van de provider, inclusief de data voor authenticatie en autorisatie;
- PCRF, de Policy and Charging Function zorgt voor flowbased charging, service authorisation en QoS management.



Figuur 9, Basis van de LTE architectuur met onderlinge interfaces¹⁵.

Deze elementen worden verbonden door logische interfaces die te onderscheiden zijn in controle plane en user dataplane interfaces. Het zijn logische interfaces, de fysieke implementatie (kabels, switches, servers) en de logische implementatie (IP subnetten, Ethernet VLAN's, servers) zijn naar eigen keuze en inzicht te implementeren.

¹⁵ Alleen de hier belangrijke interfaces en elementen zijn gegeven, zie bijv. EPC and 4G Packet Networks, Magnus Olson e.a. 2nd edition 2013 voor de andere elementen en interfaces.

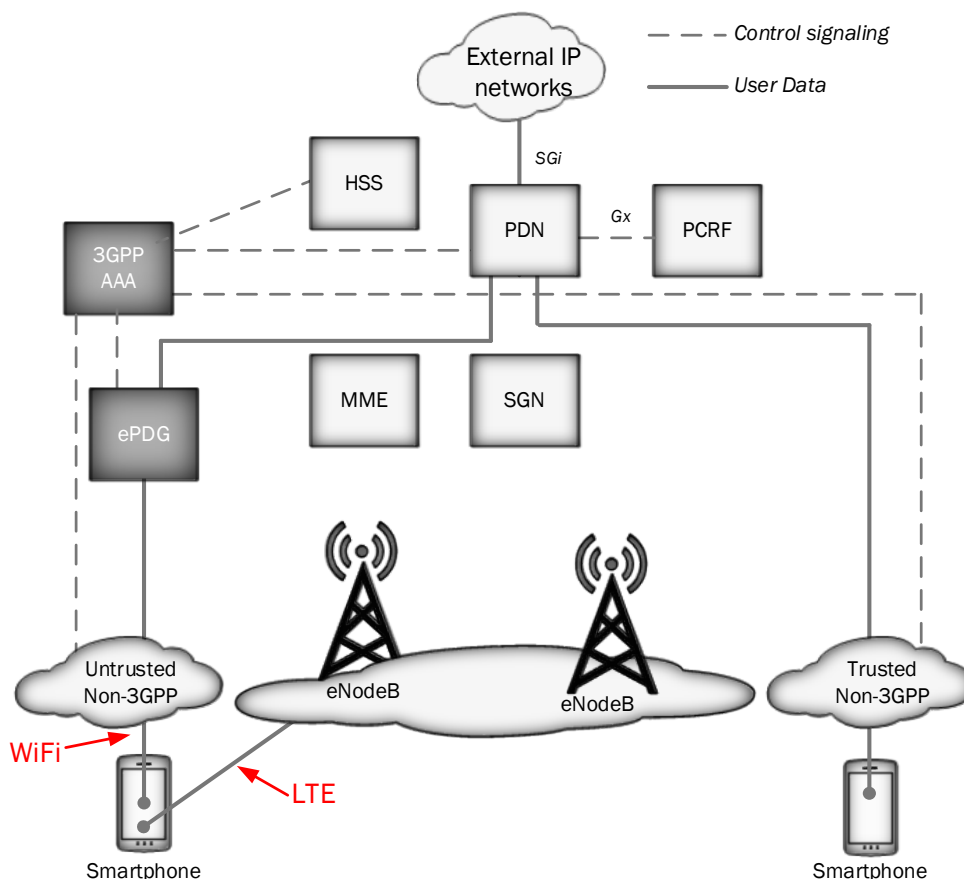
6.3 Wi-Fi in een modern mobiel netwerk

In paragraaf 6.2.2 beschreven we al kort dat Wi-Fi door 3GPP beschreven is als onderdeel van de zgn. “non-3GPP” access. In de basis beschrijft 3GPP hoe Wi-Fi in de LTE architectuur geïntegreerd kan worden, waarbij een switch van LTE naar Wi-Fi mogelijk is en de sessies tijdens deze handover behouden blijven.

3GPP onderscheidt twee vormen van “non-3GPP” access, een trusted en een untrusted variant. Wanneer iets trusted is en wanneer untrusted is een keuze van de provider. Voor de hand liggend is dat een provider een netwerk als trusted beschouwt als dit end-to-end onder zijn controle is en in andere gevallen als untrusted. Omdat het een keuze van de provider is kan deze er ook voor kiezen een netwerk van een partner waarvan hij weet hoe het beveiligd is als trusted te zien.

In Figuur 10 is te zien hoe trusted en untrusted non-3GPP toegang in de architectuur past. In de trusted situatie zal het user dataverkeer direct op de PDN getermineerd worden, in de untrusted situatie wordt een ePDG (evolved Packet Data Gateway) element gebruikt. In de untrusted case zullen IPsec tunnels opgezet worden tussen de user devices en de ePDG.

Zowel de trusted als untrusted varianten maken gebruik van een 3GPP AAA server voor de authenticatie van users en tunnels, de 3GPP AAA server zal de subscriber data van de HSS krijgen.



Figuur 10, Non-3GPP Wi-Fi access met enkele interfaces en de relatie met LTE access.

Een ander belangrijk aspect om bovenstaande te realiseren is het gebruik van Mobile IP, een door de IETF reeds in 1990 gestandaardiseerd protocol. Mobile IP wordt in mobiele netwerken gebruikt in twee varianten, een network-based variant en een host-based variant. In de host-based variant zit de Mobile IP client op de terminal en worden tunnels opgezet vanaf de client naar de PDG. In de

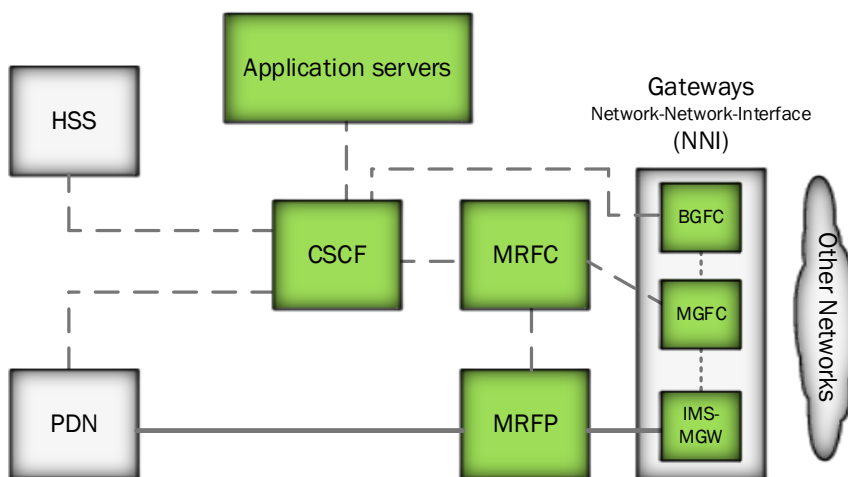
network based variant zijn deze functies in het netwerk ondergebracht en zullen namens de client de tunnels opzetten. Beide hebben voor en nadelen, de host-based variant heeft als groot voordeel dat de onderliggende infrastructuur niet meer van belang is. De netwerk-based variant maakt het leven voor een terminal eenvoudiger.

6.4 Wi-Fi-calling: IMS/RCS/VoLTE als basis

Het IP Multimedia Subsystem (IMS) is, zoals de naam grotendeels al aangeeft, gebaseerd op het IP protocol en biedt multimedia services. In essentie is het een antwoord van de telecommunicatie wereld op de volgende ontwikkelingen¹⁶:

- Opmars van IP technologie als voor huidige en toekomstige communicatie diensten;
- Communicatie die in toenemende mate multimediaal is (spraak, video, berichten, presence);
- Gebruiker verwachten hogere QoS, en het netwerk moet onderhandelen over de beschikbare mogelijkheden/kwaliteiten;
- Snelle ontwikkelingen en introductie van nieuwe diensten op bestaande netwerken.

IMS is onderdeel van de standaardisatie van 3GPP, maar IMS kan “geleverd” worden over allerlei (IP) netwerken en devices, dus niet uitsluitend mobiele netwerken en telefoons. Belangrijk is wel de backward compatibility naar de bestaande mobiele en vaste telefonie netwerken.



Figuur 11, basis IMS architectuur en de relaties met Evolved Packet Core.

De basis IMS architectuur bestaat uit de volgende componenten:

- CSCF, De Call Session Control Function, dit is de centrale (SIP) server in IMS die zorgt voor een groot deel van de signaling;
- MRFP, Media Resource Function Processor, de service die zorgt voor transcoding tussen mediastreams, conference call bridge en andere data stream functies;
- MRFC, Media Resource Function Controller, de controller voor de MRFP;
- Gateways, deze gateways verzorgen de verbindingen naar andere netwerken. Breakout Gateway Function Controller (BGFC), de Media Gateway Function Controller (MGFC) en de Media Gateway. Deze laatste verzorgt de koppeling/media translatie naar een Circuit Switched network;
- Application Servers, de applicatie servers zorgen voor de diensten en applicaties op het IMS netwerk.

Het SIP protocol. SIP vormt een belangrijke basis voor IMS. De essentie van SIP is het afstemmen van parameters die voor een sessie tussen twee devices gebruikt gaat worden, ongeacht of dit spraak,

¹⁶ Naar IMS Application Developers Handbook, Rogier Noldus e.a 2011

video of iets anders is. Daarnaast is de adressering belangrijk, hiervoor kunnen standaard telefoon nummers (E.164 nummers) of email adressering gebruikt worden.

Met application servers kunnen ontwikkelaars diensten op IMS bouwen, hierbij kan IMS gezien worden als een API op een netwerk. Deze API abstraheert een groot deel van de complexiteit voor de developer en biedt de developer tal van functies die het ontwikkelen van applicaties gemakkelijker maken.

MMtel

MultiMedia Telephony (MMtel) is een dienst voor telefonie en biedt naast standaard telefonie veel meer functionaliteit zoals video, berichten en het gedurende een sessie bijschakelen van media. MMtel is gestandaardiseerd door 3GPP. Omdat de MMtel standaard uitgebreid, complex is en veel opties en keuzes biedt hebben netwerk operators en leveranciers in de GSMA gewerkt aan een makkelijker te implementeren en afgestemde subset van MMtel. Deze subset maakte het mogelijk sneller “gewone” telefonie te kunnen bieden over de LTE netwerken van de operators.

VoLTE

Deze MMtel subset is bekend onder de naam Voice over LTE (VoLTE) en is door de GSMA beschreven in IR.92. Dit document beschrijft de opties en keuzes uit alle lagen (LTE, IMS, IP etc.) die nodig zijn voor een implementatie. VoLTE simuleert een standaard 2G/3G Circuit Switched call en ook SMS berichten over een LTE netwerk. Het document beschrijft de minimale set aan functies die LTE smartphones en LTE netwerken moeten implementeren voor een service die compatible is tussen operators netwerken en de LTE smartphones van verschillende merken.

Rich Communication Suite (RCS)

RCS is een initiatief vanuit de GSMA en beschrijft net als VoLTE niet de standaard zelf, maar de keuzes en opties uit bestaande standaarden om te komen tot een dienst die compatible is met toestellen van gebruikers en de netwerken van operators. De gebruikte standaarden komen van onder andere van OMA, 3GPP en IETF.

Sinds 2007 is in een aantal releases functionaliteit van RCS gedefinieerd en uitgebreid. De algemene marketing naam en overkoepelende naam voor de laatste RCS versie 5.2 is Joyn. Een gedetailleerde beschrijving valt buiten de scope van dit onderzoek. Hier volstaan we met onderstaande korte en niet volledige opsomming van functionaliteiten:

- Chat
- Presence
- File Transfer
- Content sharing
- SMS, MMS
- Network Addressbook

Uit bovenstaande blijkt dat de diensten die de mobiele operators bieden in toenemende mate gebaseerd zijn op IP en standaarden die uit het IETF domain komen, zoals bijvoorbeeld SIP, Diameter en MobileIP. Daarnaast gaan de diensten verder dan bellen en SMS en zijn diensten, zoals we die nu van de OTT leveranciers kennen, zoals chat, uitwisselen van bestanden, presence te integreren.

In de standaardisatie is ook steeds duidelijker een scheiding tussen diensten en onderliggende (technische) netwerk infrastructuur te zien. Bij nieuwe ontwikkelingen lijkt het evident dat mobiele diensten ook over andere IP infrastructuren, waaronder Wi-Fi geleverd kunnen worden.

6.5 Technische aandachtspunten

In de vorige paragraaf hebben we gezien dat mobiele diensten steeds meer IP gebaseerd zijn/worden en dat deze over andere (IP) infrastructuren aangeboden kunnen worden. Hierbij is techniek van de onderliggende laag enerzijds transparant zolang het IP protocol maar ondersteund wordt. Anderzijds kunnen kenmerken van de onderliggende laag wel grote invloed hebben op de kwaliteit van de dienst.

Een uitgebreide beschrijving van alle technische details valt buiten de scope van dit onderzoek. In deze paragraaf volstaan we met het benoemen van enkele technische aandachtspunten die van belang zijn als mobiele diensten, waaronder Wi-Fi-calling, over een Wi-Fi infrastructuur aangeboden worden.

6.5.1 Smartphone / Client software

Een belangrijk, en voor de gebruiker heel tastbaar deel van de dienstverlening is de functionaliteit van het toestel. Het streven van de mobiele wereld is naar wat de “green button experience” wordt genoemd. Alle communicatie zou zo eenvoudig moeten zijn als in het adresboek opzoeken van de gewenste contactpersoon en met een druk op de groen knop verbinden.

Wi-Fi-calling is vaak (nog) geen “native” onderdeel van de telefoon en er wordt een app gebruikt om een Wi-Fi-calling client op het toestel te implementeren. Deze apps hebben geen toegang tot de “native dialer” wat het realiseren van de green button experience niet makkelijk maakt. Ook betekent het gebruik van een app dat de oplossing alleen voor smartphones geschikt is en dat feature phones er geen gebruik van kunnen maken. Inmiddels zijn er toestellen waar Wi-Fi-calling ook native is geïmplementeerd, zoals de iPhone5 en 6 vanaf IOS release 8 en andere IMS compatible toestellen.

Voor de app-ontwikkelaars zijn er uitdagingen bij het maken van client software, hetgeen al begint met de keuze voor welke OS platforms de software ontwikkeld gaat worden. Is dat Apple IOS, Android, ook Window Mobile en andere? Daarnaast heeft ieder platform zijn uitdagingen: Android is zeer open, maar er zijn veel OS versies in omloop, die ook nog eens verschillend kunnen reageren. Apple IOS is zeer gesloten en geeft de ontwikkelaar niet de ruimte om “diep” in te grijpen, daar staat tegenover dat de iPhones gebruikers vaker de meest recente IOS versies gebruiken.

Voor een goede “green button experience” zullen ook alle features gelijk moeten zijn (feature parity). Doordat Wi-Fi-calling op een andere wijze in de 3GPP standaarden opgenomen is kunnen en zullen hier verschillen in zitten. Dit kunnen kleine verschillen zijn, maar ook essentiële. Een belangrijk verschil is bijvoorbeeld hoe wordt omgegaan wordt met noodoproepen. In de 3GPP standaard kunnen noodoproepen gedaan worden over elk beschikbaar netwerk en zonder authenticatie. Kan dit met Wi-Fi-calling ook? Wat als er alleen een Wi-Fi netwerk beschikbaar is?

Aan de clientzijde zijn onderstaande aandachtspunten van belang:

- Is Wi-Fi-calling native geïmplementeerd op de telefoons of is er een app nodig?
- Hoe stabiel is de combinatie van app en toestel?
- Hoe wordt de “green button experience” gerealiseerd of benaderd?
- Hoe wordt het uithoudingsvermogen van de accu beïnvloed door het gebruik van Wi-Fi-calling?
- Hoe maakt het toestel (of gebruiker?) de keuze tussen bellen via Wi-Fi en via 4G?
- Wat zijn de verschillen tussen Wi-Fi-calling en gewoon bellen, bijv. noodoproepen?

6.5.2 Quality of Service

Quality of Service (QoS) is een containerbegrip geworden. De reactie op QoS is vaak “ja natuurlijk” willen we dat of is dat nodig, waarbij het vaak gaat om de beleving van de gebruiker. Door onderscheid maken te maken in QoS als technisch begrip en Quality of Experience (QoE) als gebruikersbegrip scheppen we meer helderheid. De vraag is of technische QoS altijd van belang is om de gebruiker de kwaliteit (QoE) te geven die gewent is.

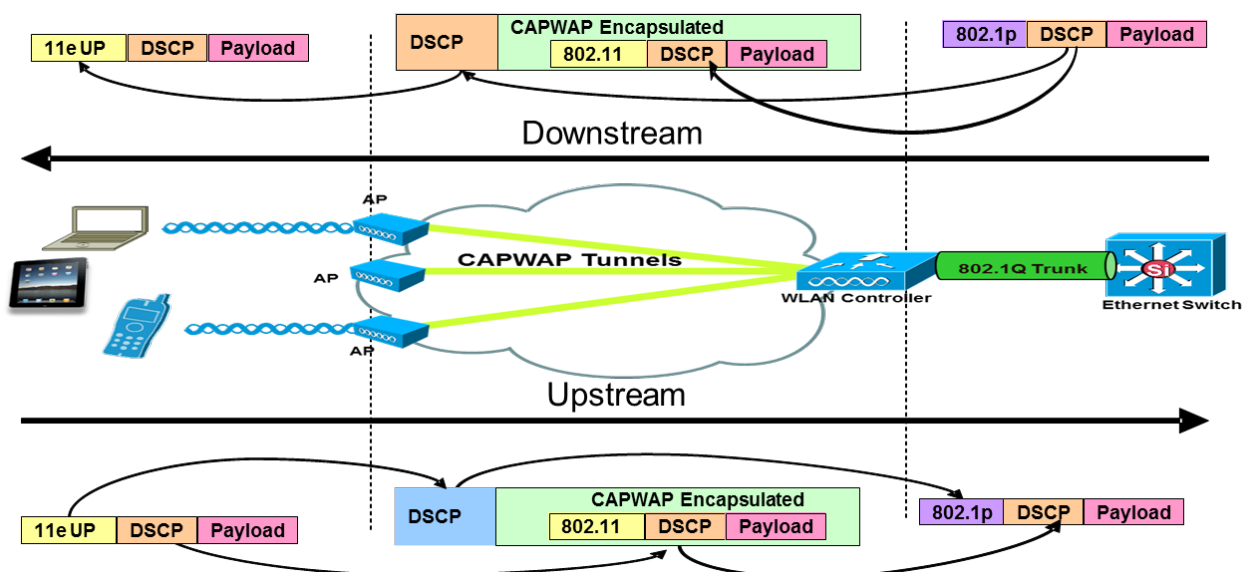
10 jaar geleden was het bijvoorbeeld ondenkbaar om spraak verbindingen zonder technische QoS te realiseren. VoIP over Internet was ondenkbaar, Internet bevat geen QoS features. Vandaag zijn SIP trunks, hosted VoIP oplossingen, Skype calls, Whatsapp calls over Internet gemeengoed. Deels omdat de bandbreedte van de verbindingen vele malen groter is geworden, deels ook omdat we een lagere QoE accepteren. Wie herkent er niet:

- Sterk vervormde en afgebroken verbindingen bij mobiel bellen;
- Echoproblemen in conference calls of skypeverbindingen;
- Kraakheldere skype conferences met 1 persoon die onverstaanbaar is;
- Gemiste oproepen terwijl je naast je toestel zit;
- Voice berichten van mensen waarvan je geen gemiste oproep hebt gezien.

Het is vervelend, maar blijkbaar hoort het erbij.

Tussen LTE en Wi-Fi zien we een soortgelijke discussie ontstaan als 10 jaar geleden met VoIP over Internet. LTE heeft tal van features waarmee technische QoS gerealiseerd kan worden, onder ander afgeschermd spectrum, full duplex transmissie en een resourceblok mechanisme om bandbreedte te reserveren en te garanderen. Wi-Fi is minder gezegend want gebruikt een vergunningsvrije band, half-duplex transmissie met CSMA/CA (carrier sense with collision avoidance) als medium toegangscontrole, maar kent wel WMM (Wi-Fi MultiMedia) als prioriteiten mechanisme.

In essentie is WMM een laag 2 priority mechanisme met vier categorieën (Voice, Video, Best Effort, Background). WMM werkt alleen goed als zowel de client als het Wi-Fi access point dit gebruiken. Verder biedt WMM de mogelijkheid om Call Admission Control te gebruiken, zodat een Wi-Fi access point nooit meer spraak kanalen zal opzetten dan kwalitatief goed ondersteund kunnen worden.



Figuur 12, Complexe mapping van QoS parameters in een Enterprise netwerk. ¹⁷

¹⁷ Naar QoS Design and Deployment for Wireless LANs, Cisco Live presentation TECEWN-3010

In Enterprise Wi-Fi-netwerken wordt vaak gebruik gemaakt van centrale controllers en het backhauen van het Wi-Fi verkeer naar deze controllers middels (CAPWAP of GRE). Voor QoS is dit een complexe situatie omdat er met laag 2 en laag 3 prioriteiten gewerkt wordt in het vaste netwerk en het Wi-Fi netwerk resulterend in diverse “mappings” (zie Figuur 5).

Wat betreft QoS zijn onderstaande aandachtspunten van belang:

- Is technische QoS van belang om de gebruiker een goede QoE te geven?
- Hoe wordt de end-to-end QoS gerealiseerd voor het Wi-Fi-calling verkeer in het enterprise netwerk?
- Hoe relevant is WMM call-admission control voor Wi-Fi-calling?

6.5.3 Handoffs & roaming

Dat Wi-Fi en LTE uit verschillende werelden komen is ook te zien aan de begrippen Handoff en Roaming. Binnen Wi-Fi wordt van roaming gesproken als gebruikers van het ene access-point verbinden met een ander access points. Roaming in de mobiele context is het verbinden met een buitenlands mobiel netwerk. Voor het schakelen van een toestel van de ene zender naar de andere zender in het netwerk wordt de term handoff gebruikt. We zullen in deze paragraaf deze term ook hanteren voor de Wi-Fi gebruiker

Handoff tussen 3G/4G en Wi-Fi

Voor Wi-Fi-calling is dit de natuurlijk een zeer belangrijke functie. Hoe wordt bepaald of een toestel bereikbaar is via 3G/4G en wanneer via Wi-Fi. Wordt er automatisch Wi-Fi gebruikt zodra iemand verbonden is of wordt er naar de beste verbinding gekeken. Hoe wordt omgegaan met noodoproepen? De besturing van deze handover heeft ook de aandacht binnen de 3GPP standaardisatiegroepen, ook in een bredere context.

Handoff binnen Wi-Fi

Binnen Wi-Fi bepaalt de client wanneer en welke access point gebruikt zal worden. Verschillende leveranciers en toestellen gebruiken hier andere algoritmen voor en die zijn over het algemeen niet bekend. De signaalsterke zal in veel gevallen een belangrijke parameter zijn, maar ook andere zaken. Een bekend probleem is het Sticky Client probleem waarbij een toestel te lang blijft “hangen” op een access point en de verbinding traag wordt.

De handoff zelf geschiedt in een open Wi-Fi netwerk snel in minder dan 20ms, zodat er nauwelijks sprake is van een onderbreking. In WPA2 beveiligde Wi-Fi-netwerken is dat een ander verhaal, omdat het opnieuw opbouwen van de security associatie tijd kost. Een complete authenticatie kost ca. 1 seconde en dat is vaak te lang waardoor een gesprek onderbroken wordt. Binnen de 802.11 standaardisatie is de 802.11r standaard hiervoor ontwikkeld, vaak Fast Secure Roaming genoemd die deze handoff versnelt.

Wat betreft hand-off zijn dus onderstaande aandachtspunten van belang:

- Hoe kiest een toestel (of gebruiker) tussen bellen of bereikbaar zijn via Wi-Fi of via 3G/4G?
- Monitort het toestel ook gedurende het gesprek de kwaliteit en kan er zonder onderbreking van het gesprek een hand-off plaatsvinden naar Wi-Fi of 3G/4G?
- Hoe gaan de hand-offs binnen het Wi-Fi netwerk in een open netwerk en een WPA2 beveiligd netwerk?

6.5.4 Authenticatie en beveiliging

Binnen 3G/4G netwerken is authenticatie en beveiliging integraal onderdeel van de standaarden en bij alle implementaties speelt de SIM kaart van het toestel hierin een belangrijke rol. Bij Wi-Fi

netwerken is de situatie diffuus, naast open Wi-Fi netwerken zijn er netwerken met portaal inlogpagina's en netwerken beveiligd met WPA2 en 802.1X authenticatie.

Binnen de SURF gemeenschap wordt voornamelijk gebruik gemaakt van Eduroam, een wereldwijd beschikbare en op 802.1.x gebaseerde dienst. De eduroam-accounts zijn veelal gekoppeld aan de Active Directory account van de instellingen, opdat alle medewerkers en studenten automatisch eduroam toegang hebben. Met dit account kunnen medewerkers wereldwijd inloggen op de Wi-Fi netwerken van bij Eduroam aangesloten instellingen.

In 3GPP Wi-Fi access gaat men uit van SIM gebaseerde authenticatie, hierbij wordt gebruik gemaakt van 802.1X en Radius in combinatie met EAP-SIM/AKA en een koppeling met de HSS van een mobiele operator. Lang niet alle Wi-Fi apparatuur zal een SIM kaart hebben, en daarnaast ondersteunen niet alle devices met een SIM kaart het EAP-SIM/AKA protocol.

In paragraaf 6.3 hebben we beschreven dat er network en host based mobile IP tunnels gebruikt kunnen worden. Als host-based mobile IP gebruikt wordt zullen vanaf het toestel IPsec beveiligde tunnels opgebouwd worden naar de Wi-Fi-calling infrastructuur waarmee een end-to-end beveiliging tussen toestel en backbone gerealiseerd is. Op deze manier kan de dienst ook veilig over open netwerken geleverd worden.

Wat betreft Authenticatie en beveiliging zijn onderstaande punten van belang:

- Op welke apparatuur moet Wi-Fi-calling beschikbaar zijn?
- Is een WPA2 beveiligd netwerk nodig of is Wi-Fi-calling op een open Wi-Fi netwerk veilig genoeg?
- Hoe zal de authenticatie voor Wi-Fi-calling er uit zien als eduroam gebruikt wordt? Is een koppeling noodzakelijk/zinvol of zijn er twee aparte authenticatie slagen/niveaus?

6.5.5 Dekking en RF design

Wi-Fi-calling kan ook invloed hebben op dekking en RF ontwerp van een netwerk. Mogelijk is de gewenste dekking voor telefonie groter dan gerealiseerd voor Wi-Fi. In veel Wi-Fi projecten worden de kantoorruimten van dekking voorzien, maar trappenhuisen, toiletgroepen, magazijnen, liften e.d. niet of als "nice to have". Mogelijk zijn deze en andere ruimten wel van belang voor telefonie. Een andere vraag is welke band gebruikt gaat worden voor Wi-Fi-calling. De 2.4GHz band heeft een groter bereik, maar mogelijk meer gebruik/storing. Het bereik van de 5GHz band is beperkter, wat tot meer roaming/handoff leidt, maar is wel schoner.

Wat betreft dekking en RF design zijn onderstaande aandachtspunten van belang:

- Is er voor Wi-Fi-calling behoefte aan dekking op meer plekken dan voor Wi-Fi?
- Welke Wi-Fi band(en) gaat/gaan gebruikt worden voor het Wi-Fi-calling verkeer?

6.6 Wi-Fi, LTE, 5G: visie op de toekomst

6.6.1 5G = 1000x LTE¹⁸

Na LTE en LTE-Advanced wordt nu volop gedacht over en ontwikkeld aan 5G. De standaardisatie van 5G is begonnen in de 3GPP en commerciële uitrol van 5G netwerken wordt verwacht na 2020. In de visie op 5G keren de doelstelling of kenmerken van 5G regelmatig terug:

- 1000x hoger datavolume per m²
- 10 – 100x zoveel connected devices
- 10 -100x meer bandbreedte per gebruiker
- 1/10 van het energie verbruik.

¹⁸ <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>

- 1/5 reductie van de End-to-End latency

Het doel van het 1000x hogere datavolume wordt vaak onderverdeeld in de volgende uitdagingen: 10x zoveel bruikbaar spectrum, 10x zoveel basis-stations (zenders/masten/small celled) en 10x de performance ten opzichte van vandaag. Als dat gerealiseerd kan worden is de 1000x het datavolume bereikbaar.

6.6.2 Meer spectrum nodig

Zoals we hierboven hebben gezien is vrij spectrum een belangrijke resource voor draadloos verkeer en uitbreiding hiervan essentieel voor de 5G doelen. Om dit alles in perspectief te plaatsen: Het totale frequentie spectrum van alle Nederlandse providers samen is ca. 615MHz¹⁹, dit is iets groter dan de 530Mhz aan Wi-Fi spectrum in de 2.4GHz en 5Ghz banden.

Gezien bovenstaande is het niet verbazingwekkend dat de operators naar het gebruik van het Wi-Fi spectrum lonken (oa. met LTE-U). Toch is dat niet voldoende voor de 5G doelen daarom wordt er onderzoek gedaan naar additioneel spectrum voor 5G in de banden boven de 6Ghz.

Voor Wi-Fi is inmiddels 9Ghz additioneel spectrum beschikbaar in de 60Ghz band (57Ghz – 66Ghz) 802.11ad. Daarnaast is voor Wi-Fi de 802.11af standaard beschikbaar, deze maakt gebruik van ongebruikte bandbreedte tussen de TV kanalen. Door het gebruik van deze lage frequenties is het bereik van Wi-Fi te vergroten.

6.6.3 Small-cells

In de vorige paragrafen hebben we gezien dat hogere capaciteit alleen behaald kan worden door meer spectrum en meer zenders/cellen. Meer cellen betekent kleinere cellen, daarnaast zijn er nog enkele andere factoren die de ontwikkeling naar kleinere cellen drijven:

- Zeer sterke groei van met mobiele data verkeer;
- 80% van mobiele data gebruik is indoor;
- Dichtbij de LTE zender is de performance optimaal, aan de randen duidelijk minder;
- Voor hoge performance is een sterk signaal nodig, goed geïsoleerde muren en ramen (folie) dempen aanzienlijk.

De combinatie van deze factoren leidt ertoe dat de mobiele operators met het huidige model, het realiseren van dekking binnen gebouwen door zenders/masten buiten, steeds lastiger hoge performance kunnen leveren. Hier zal een ommezwaai plaatsvinden, Huawei spreekt bijvoorbeeld van een “inside-out” model en een nieuwe definitie van hoe het signaal de laatste 100meter naar de klant aflegt. Naast de grote zendmasten zullen dit kleinere zenders zijn binnen bedrijven en publieke gebouwen, op straat op lantaarnpalen en ander straatmeubilair en binnenshuis bij consumenten en MKB bedrijven.

6.6.4 Wi-Fi & LTE tight coupling

In de opvolgende releases van de 3GPP standaarden zie je dat Wi-Fi steeds nauwer met LTE kan en gaat samenwerken. Van een niet ondersteund protocol lijkt het een vast onderdeel van de 3GPP standaarden. Andere voorbeelden van deze nauwe koppeling zijn:

- LTE-U, het aanvullen van LTE capaciteit door gebruik te maken van (LTE) in Wi-Fi banden;
- Small cells met een combinatie van Wi-Fi + LTE radio's van diverse leveranciers;
- Chipset voor small cells met de integratie van Wi-Fi en LTE.

Technisch gezien lijken Wi-Fi en small-cells netwerken dus steeds meer op elkaar, beide netwerken gebruiken ook Ethernet switches en CAT5/6/7 gebouw bekabeling. Het samenkomen van LTE en Wi-Fi zal o.i. leiden tot een aantal uitdagingen in bouw, beheer en financiering van netwerken en

¹⁹ <https://www.agentschaptetelecom.nl/sites/default/files/frequentieverdeling-na-veiling.pdf>

diensten omdat daar in het domein van de mobiele operators en het Enterprise domein anders mee wordt omgegaan.

7 De aanbodzijde

In dit hoofdstuk beschrijven we de Wi-Fi-calling producten van enkele leveranciers en de Wi-Fi-calling diensten die de mobiele operators (MNO) of Virtual operators (MVNO) leveren.

7.1 Vendor Implementaties Wi-Fi-calling

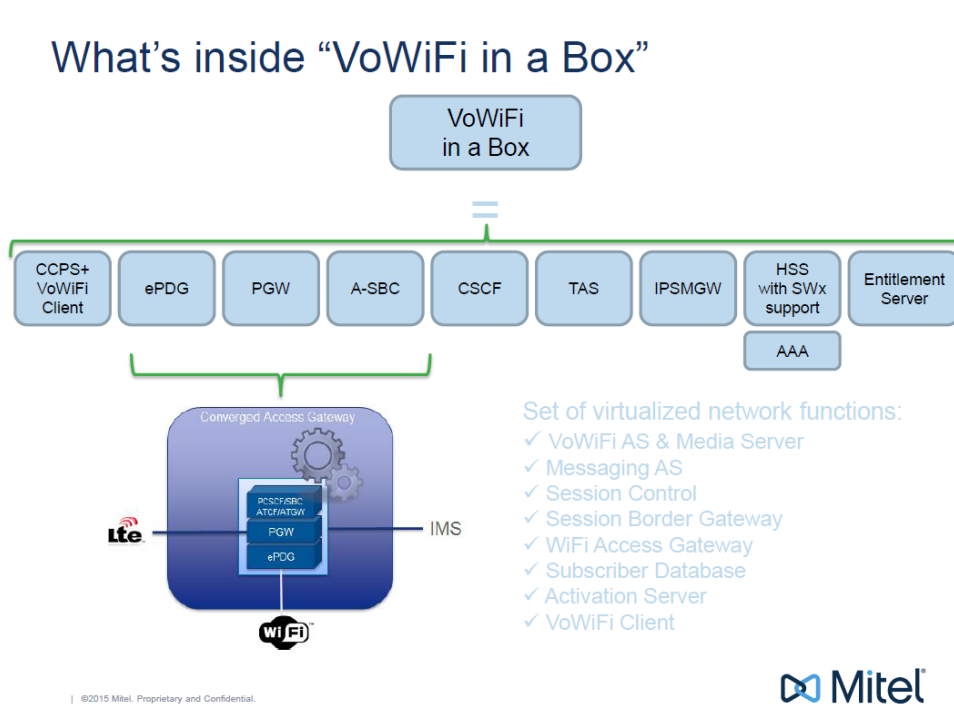
In deze paragraaf beschrijven we kort de producten van enkele leveranciers van Wi-Fi-calling producten. Deze producten worden geleverd aan de mobiele operators (MNO) of Virtual operators (MVNO). De leveranciers zien vooral voor MVNO's grote mogelijkheden voor Wi-Fi-calling omdat zij hiermee de afhankelijkheid van mobiele operators kunnen reduceren.

7.1.1 Mitel/Mavenir

Mavenir is een softwarebedrijf en levert IMS en alle zaken daaromheen, Access en interconnect SBC (session border Controllers) + hierin geïntegreerd de proxy CSCF

- IMS core, variërend van heel klein tot heel groot (100Mio subscribers). Schaalbaarheid aan de onderkant is een vraag, het prijsmodel (per sub) voorziet niet in hele kleine netwerken.
- Applicatie servers op de IMS core laag, zoals Telefonie app servers (TAS), SCC-AS voor de call anchoring voor SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity), maar kan die rol ook voor Wi-Fi doen. Handover alleen van Wi-Fi – 3G, niet omgekeerd

Mavenir is enkele jaren geleden overgenomen door Mitel, bekend als leverancier van PABX, VoIP en DECT oplossingen.



Figuur 13, Mitel/Mavenir VoWi-Fi in a Box oplossing voor Wi-Fi-calling

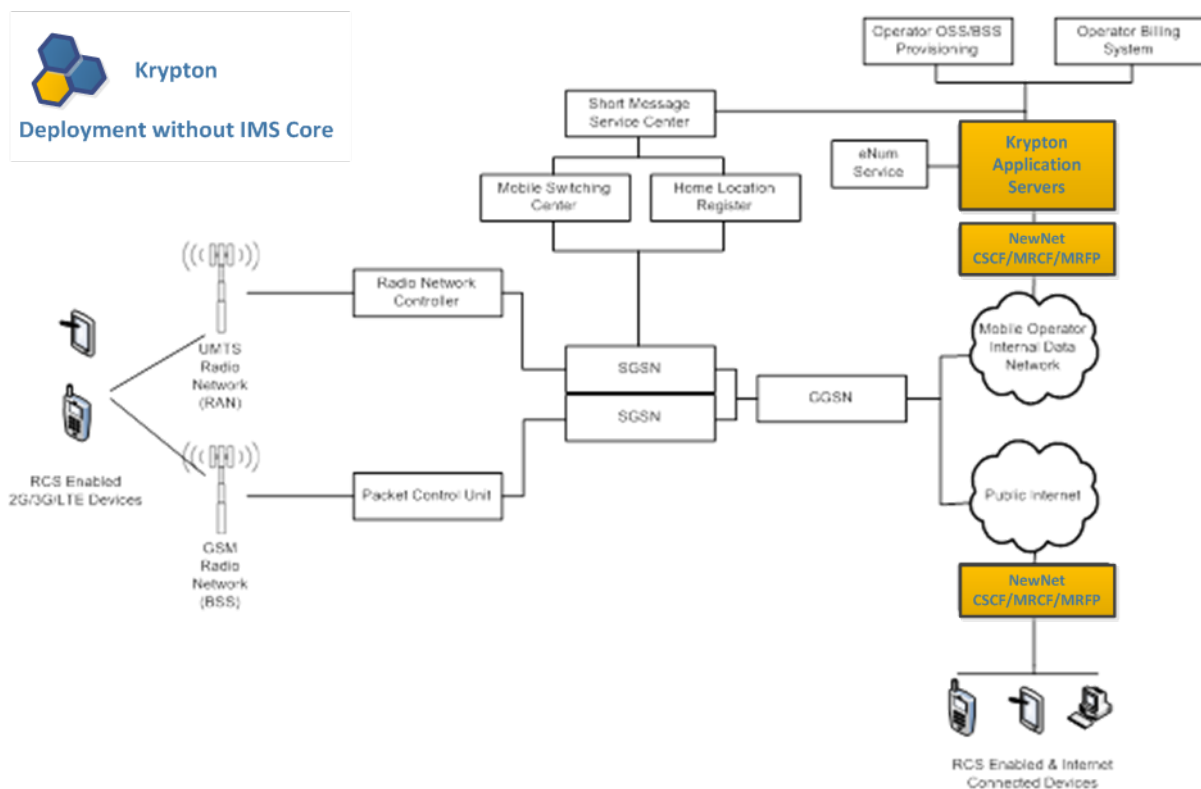
Mavenir heeft met Apple en T-mobile samengewerkt voor de Wi-Fi-calling oplossing in de USA.

7.1.2 Newnet

NewNet Communication Technologies is een toonaangevende leverancier van innovatieve oplossingen voor contact centers, de volgende generatie mobiele en vaste netwerken, mobiele communicatie, secure transaction transport en Enterprise File Sharing en opslag.

De Wi-Fi-calling oplossing wordt aangeboden door de NewNet Mobile Communication divisie welke oplossingen levert aan MNO's en MVNO's op het gebied van SMS, MMS en RCS services.

Newnet ziet Wi-Fi-calling als eerste stap om RCS te implementeren. Bellen en SMS/chat is slechts één van de diensten van RCS. Kenmerk van RCS is dat deze diensten internationaal gestandaardiseerd zijn via de GSMA waardoor klanten van de ene operator met de andere kunnen communiceren. De Newnet Wi-Fi-calling oplossing is gebaseerd op het Newnet RCS platform Krypton. De operator kan dit op een IMS netwerk draaien, maar ook zonder IMS netwerk kan Krypton geïmplementeerd worden.



Figuur 14, Newnet Krypton oplossing voor Wi-Fi-calling en RCS

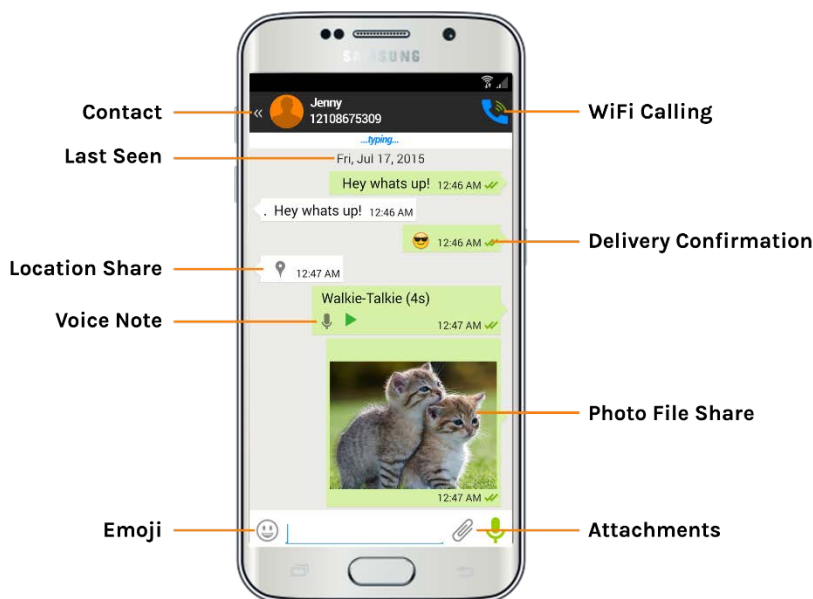
Dus Newnet biedt een downloadable/aparte client om de “green button” experience te bereiken, wanneer native RCS/IMS toestellen gebruikt worden is die client niet nodig. Deze client meet de kwaliteit van het Wi-Fi netwerk en kan een handover²⁰ doen van Wi-Fi naar 3G of 4G, handover naar 2G netwerk wordt niet ondersteund.

7.1.3 SpectrumMAX

SpectrumMAX is onderdeel van de Carnegie Technologies groep een software ontwikkelaar van software voor billing systemen, automatisering van bedrijfsprocessen, infrastructuur en business intelligence. SpectrumMAX biedt Voice, SMS en MMS Wi-Fi Roaming service aan mobiele service providers.

²⁰ De Wi-Fi en de 3G/4G werelden hanteren geen uniforme definitie voor roaming, handoff en handover. In dit document komen de termen door elkaar voor, de betekenis kan uit de context afgeleid kan worden.

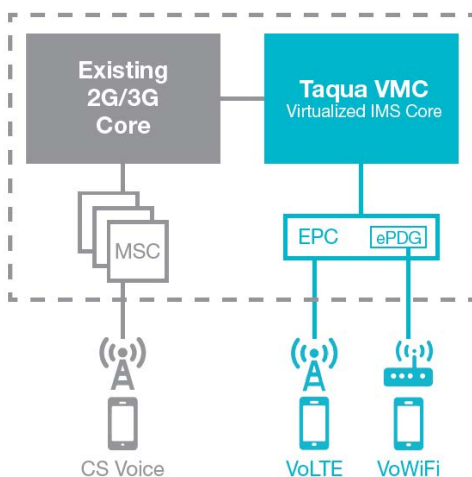
De SpectrumMAX oplossing omvat een mobiele client, cloud-gebaseerde servers en interconnectie naar 2G , 3G en 4G-netwerken. Daarnaast wordt een rijke messaging suite geboden. Ook met SpectrumMAX is het niet noodzakelijk dat de MNO over een IMS core beschikt.



Figuur 15, De SpectrumMax mobiele client software.

7.1.4 Taqua

Taqua werd opgericht in 1998 om de volgende generatie telecommunicatie- systemen en toepassingen te ontwikkelen . Het bedrijf heeft zich ontwikkeld tot een toonaangevende leverancier van producten en diensten die mobiele operators in staat stelt een naadloze overgang naar IP-gebaseerde communicatie te maken. Taqua biedt een virtuele IMS core (VMC) die het mogelijk maakt om snel next generation telefonie en berichten diensten inclusief VoWi-Fi and VoLTE te implementeren. Door de zgn. Fast Track IMS features kan Taqua met een bestaand 3G core netwerk integreren.



Figuur 16, Architectuur van de Taqua Wi-Fi-calling oplossing

7.1.5 Ericsson, Huawei, Nokia

Ericsson, Huawei, Nokia zijn de drie leveranciers van LTE apparatuur met wereldwijd de grootste marktaandeelen. Dit zijn ook de leveranciers van de mobiele netwerken in Nederland. Uit de websites van deze leveranciers is op te maken dat ze Wi-Fi-calling als een onderdeel van hun platform implementeren of hebben geïmplementeerd.

7.2 De mobiele operators en Wi-Fi-calling diensten

In deze paragraaf beschrijven we kort enkele huidige implementaties van Wi-Fi-calling in het buitenland, daarnaast de plannen van de operators in Nederland.

7.2.1 Buitenland

Buiten Nederland zijn er diverse operators die Wi-Fi-calling bieden aanbieden. Hieronder enkele bekende voorbeelden.

T-mobile (USA)

T-mobile in de USA was een van de eerste grote operators die Wi-Fi-calling introduceerde. Als sinds 2007 worden varianten van Wi-Fi-calling aangeboden. Een belangrijke sprong werd gemaakt eind 2014 samen met de introductie van Apple iOS 8, waarin Wi-Fi-calling geïntegreerd werd zodat geen afzonderlijke app meer nodig is. Sindsdien gebruiken ca. 18 miljoen abonnees van T-mobile deze functionaliteit. Een van de belangrijkste redenen voor de Wi-Fi-calling introductie is de uitbreiding van de dekking: T-Mobile gebruikt de slogan "Now every Wi-Fi connection works like a T-mobile tower"²¹. Naast de iPhone ondersteunen inmiddels ook toestellen van Samsung, ZTE, LG, Blackberry en Google Wi-Fi-calling.

T-mobile werkt aan hun Next Gen Wi-Fi-calling met naadloze overname tussen Wi-Fi en LTE.

Google project FI (USA)

Google project FI belooft "Project Fi uses new technology to intelligently connect you to the fastest network whether it's Wi-Fi or one of our partner LTE networks.", en maakt het mogelijk over die netwerken onbepaald nationaal te bellen, onbepaald berichten te versturen (nationaal en internationaal) en data te gebruiken. Voor deze dienst werkt Google samen met 4G carriers en biedt dekking in 120 landen.²²

Vodafone (UK)²³

Eind 2015 heeft Vodafone in de UK Wi-Fi-calling geïntroduceerd voor zakelijke klanten met een iPhone5, iPhone 6, Samsung Galaxy S6 of Samsung Galaxy S6 edge. Klanten kunnen hiermee via Wi-Fi bellen. De call wordt nog niet automatisch van 3G/4G overgenomen op Wi-Fi. Klanten kunnen hiermee bellen op 150 London Underground station, zonder extra kosten. Ook andere operators hebben Wi-Fi-calling in de UK geïntroduceerd zoals EE en O2.

Wi-Fi-First startups

Wi-Fi-calling biedt mogelijkheden voor een nieuw soort mobiele aanbieders, nl. aanbieders die geen 3G/4G netwerk (MVNO) hebben en vooral gebruik willen maken van Wi-Fi. Deze partijen worden aangeduid met Wi-Fi-First MVNO's. Wi-Fi-first startups in Nederland zijn we nog niet tegengekomen, wel weten we dat in ieder geval één MVNE een pilot met Wi-Fi-calling doet.

²¹ <http://www.t-mobile.com/offer/Wi-Fi-calling-Wi-Fi-extenders.html>

²² <https://fi.google.com/about/>

²³ <http://www.vodafone.co.uk/explore/network/network-improvements/wi-fi-calling/>

Enkele bekende buitenlandse namen op dit vlak zijn Republic Wireless in de US en Free in Frankrijk. Deze partijen maken primair gebruik van Wi-Fi en pas indien er geen Wi-Fi beschikbaar is zullen ze het 3G/4G netwerk gebruiken. Op deze manier kunnen ze veel goedkoper opereren.

7.2.2 *Nederland*

We hebben alle mobiele operators en een MVNE uitgenodigd om mee te werken aan dit onderzoek. Twee van de operators en de MVNE hebben niets meer van zich laten horen, ook na enkele herinneringen. Eén heeft na het zien van de vragen aangegeven niet mee te willen doen. Gevraagd naar een reden was “geen commentaar” de uitkomst. Met slechts één van de mobiele operators is tot een afspraak gekomen, maar bij review van de uiteindelijke tekst werd alle relevante inhoud geschrapt en mochten we het interview niet opnemen in de openbare rapportage.

Het heeft er alle schijn van dat Wi-Fi-calling als een “hot issue” gezien wordt door de operators en er op dit moment niet veel over willen zeggen²⁴.

Aan de andere kant zijn ondertussen op het Internet de plannen van KPN en Vodafone voor Wi-Fi-calling bekend gemaakt:

KPN: <http://tweakers.net/nieuws/109045/kpn-begint-in-2017-met-mobiele-telefonie-over-Wi-Fi.html>

Vodafone: <http://www.nu.nl/mobiel/4227007/vodafone-start-jaar-met-bellen-via-4g-en-Wi-Fi.html>

Uit bovenstaande informatie, de informatie uit het buitenland (zie paragraaf 7.2.1) en enkele informele gesprekken ontstaat het beeld dat alle mobiele operators ook binnen 6-12 maanden in Nederland Wi-Fi-calling op één of ander vorm in hun aanbod zullen opnemen. Naar alle waarschijnlijkheid zal dit initieel geen breed aanbod zijn, maar een aanbod voor specifieke doelgroepen, abonnementen en toestellen.

Wi-Fi-first startups in Nederland zijn we nog niet tegengekomen, wel weten we dat in ieder geval één MVNE een pilot met Wi-Fi-calling doet.

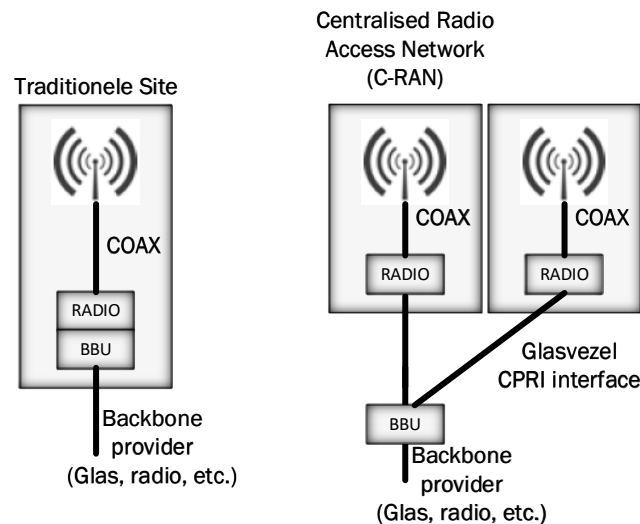
7.3 *DAS-ontwikkelingen*

Uit het interview met de mobiele operator kwamen ook twee ontwikkelingen naar voren die invloed kunnen hebben op de markt rondom DAS systemen. De ene ontwikkeling is C-RAN, de andere ontwikkeling zijn 3^e partijen die in een DAS investeren en deze vervolgens verhuren aan één of meer operators.

7.3.1 *C-RAN*

C-RAN staat voor Centralized Radio Access Network, of soms ook wel Cloud Radio Access Network. Hierbij bouwen de operators hun sites anders op. In een traditioneel netwerk zijn de Radio (zender) en Base Band Unit (besturing van de zender) gecombineerd, in C-RAN netwerken worden beide gescheiden en ervoor gezorgd dat de BBU gebruikt kan worden voor meer Radio Units en sites. Op deze manier kan het netwerk goedkoper worden (minder BBU's nodig, dus minder ruimte en energie), kunnen de BBU resources gecentraliseerd worden en wordt uitrol van netwerken eenvoudiger.

²⁴ Dit is inmiddels bevestigd door twee van de mobiele operators. Medio februari (2016) wilden deze operators niet reageren omdat de plannen nog niet publiek aangekondigd waren. Nadat de plannen publiek gemaakt werden wilden ook deze operators meedoen.



Figuur 17, Een traditioneel radio netwerk en een C-RAN.

Tussen de BBU en de Radio unit wordt een standaard protocol gebruik, CPRI (Common Public Radio Interface). Tussen de BBU en elke Radio Unit is een verbinding nodig, zodat er potentieel veel verbindingen nodig zijn. Een belangrijk aspect voor de bouw van een C-RAN is latency en synchronisatie.

7.3.2 Investering in DAS door 3^{de} partij

Een belangrijk kenmerk van een DAS is dat het een infrastructuur is waarvan de economische en technische levensduur 10-15 jaar is, terwijl contracten voor mobiele telefonie veel kortere termijnen kennen. Dit levert spanning op, waarbij de investering afgeschoven wordt op de klant, of het contract voor mobiele telefonie erg duur wordt als het DAS in de contractperiode terugverdiend moet worden.

Eén van de providers heeft aangegeven dat ze met betrekking tot DAS een ontwikkeling zien dat abonnementen en DAS meer losgekoppeld worden. In combinatie met een 3^e partij die investeert in het DAS en dit verhuurt aan de operators ontstaat een model dat beter past bij de verschillende partijen.

De 3^e partij zal een DAS (moeten) ontwerpen en realiseren die aan de eisen voldoet die de verschillende operators daar aan stellen. Op deze manier kan het DAS na de contractperiode met de ene operator, verhuurt worden aan een andere operator.

Het DAS kan ook geschikt gemaakt worden voor het gelijktijdig inkoppelen van meer operators, zodat de indoordekking voor de klanten van al deze operators wordt verbeterd. In dat geval kan de investeerder het DAS tegelijk aan meer operators verhuren, zodat de kosten per operator zouden kunnen dalen en het inkoppelen aantrekkelijker wordt. Dit model waarin meer operators een DAS delen is een gebruikelijk model voor in stadions en andere locaties met veel publiek.

8 De rollen voor SURFnet

In dit hoofdstuk schetsen we mogelijke rollen voor SURFnet op het vlak van Wi-Fi-calling. We hebben daarbij onderscheid gemaakt in rollen ter verbetering van de indoordekking en rollen op het vlak van service innovatie. We beschrijven eerst op welke manieren SURFnet waarde kan toevoegen voor de aangesloten instellingen.

8.1 Manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen

In deze paragraaf beschrijven we de manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen voor de bij SURFnet aangesloten instellingen, deze zijn in volgorde van oplopende inspanning en kapitaalbeslag geordend.

Kennisuitwisseling en samenwerken

SURFnet kan er voor zorgen dat aangesloten instellingen kunnen profiteren van kennis en ervaring die binnen SURFnet of bij andere instellingen opgedaan is. Dit onderzoek is daar een voorbeeld van. De resultaten zullen beschikbaar zijn voor alle aangesloten instellingen. Maar SURFnet kan bijv. ook zorgen dat interessante diensten en marktontwikkelingen bij de instellingen onder de aandacht gebracht worden. Verder zou SURFnet namens de aangesloten instellingen met (markt)partijen in overleg kunnen treden, om bepaalde wensen kracht bij te zetten.

Inzetten SURFnet infrastructuur tbv. leveren van diensten door marktpartijen

Een tweede manier van het inzetten van de sterke punten van SURFnet is het inzetten van de bestaande (netwerk) infrastructuur om diensten van marktpartijen op een makkelijkere, snellere of goedkopere manier bij de aangesloten instellingen af te leveren. De levering van SIP trunks is daar een voorbeeld van. Leveranciers van Telefoon diensten kunnen centraal op NetherLight inkoppelen, en daarvandaan alle aangesloten instellingen bereiken. Het is niet nodig per instelling opnieuw infrastructuur aan te leggen.

Gezamenlijk inkopen van diensten

SURFnet kan ook besluiten tot het inkopen van een dienst, welke vervolgens door de aangesloten instellingen afgenomen kan worden. Door de nieuwe structuur van SURFnet is het zgn. inbesteden makkelijker geworden. Inbesteden wil zeggen dat aangesloten instellingen zonder zelf een aanbesteding te doen diensten van SURFnet kunnen afnemen, als SURFnet deze dienst middels een (Europeese) aanbesteding heeft geselecteerd en afneemt. Bij het gezamenlijk inkopen van een dienst kan SURFnet natuurlijk zelf, samen met de instellingen, het eisen en wensen pakket samenstellen.

Zelf bouwen diensten en/of infrastructuur

Wanneer de markt niet de diensten kan of wil leveren die aan de eisen van SURFnet voldoen, of als SURFnet een dienst zelf veel goedkoper zou kunnen leveren, kan SURFnet er ook voor kiezen de dienst zelf te ontwikkelen en de benodigde infrastructuur daarvoor te bouwen. De netwerkinfrastructuur van SURFnet is daar een voorbeeld van.

8.2 Rollen voor verbeteren indoordekking

Indoordekking is voor enkele van de geïnterviewde instellingen een probleem, maar op basis van het beperkte aantal gesprekken kunnen we niet concluderen hoe groot of omvangrijk het probleem is. Hier zou verder onderzoek naar gedaan kunnen worden. Ook elders in de markt zijn de problemen

met indoordekking een gespreksonderwerp en we zullen hier enkele rollen beschrijven die SURFnet op dit vlak kan spelen.

In Hoofdstuk 6 hebben we geschetst welke technische oplossingen er zijn om indoordekkingsproblemen te verbeteren, de matrix hieronder geeft de 10 mogelijke rollen in combinatie met de manieren waarop SURFnet en/of SURFmarket waarde kan toevoegen.

	Kennisuitwisseling & Samenwerken	SURFnet Infrastructuur gebruiken	Gezamenlijke Inkoop	Eigen dienst ontwikkelen
DAS	1) Onderhandelingen met providers over DAS centraliseren en reguleren. Zorgen dat DAS geschikt is voor alle providers en dat ze in kunnen (en willen) koppelen.	3) Centraal inkoppelen van providers wellicht mogelijk in combinatie met C-RAN.	5) Gezamenlijk inkopen DAS systemen. 6) Gezamenlijk een investeerder zoeken om DAS uit te rollen en te verhuren aan providers.	8) Zelf DAS aan (laten) leggen en verhuren aan de providers.
Wi-Fi-Calling	2) MNO's bewegen om Wi-Fi-calling ipv. DAS in te zetten om dekkingsproblemen op te lossen.	4) Private koppeling tussen SURFnet en MNO's en/of MVNO voor afhandelen Wi-Fi belverkeer.	7) Gezamenlijke inkoop mobiele connectiviteitsdienst met Wi-Fi-calling als belangrijk en kostenbesparend onderdeel.	9) Zelf een MVNO opzetten die (mobiele) telefonie biedt aan medewerkers en mogelijk studenten. In combinatie met Wi-Fi-calling kunnen kosten laag gehouden en dekkingsproblemen opgelost worden 10) Zelf op basis van Wi-Fi-calling interne telefonie aanbieden.

Hieronder zijn bovenstaande rollen iets uitgebreider beschreven:

Kennisuitwisseling & Samenwerken

- 1) Met het centraliseren van kennis en het samenwerken in de onderhandelingen over DAS installaties kan SURFnet er voor zorgen dat DAS-installaties aan de eisen van alle providers gaan voldoen. Op deze wijze kan een DAS investering ook benut worden bij veranderen van contractpartij en zullen deze investeringen beter renderen. Ook zal aandacht besteed moeten worden aan ondersteuning van 4G op DAS systemen.
- 2) SURFnet kan als vertegenwoordiger van de instellingen proberen MNO's te bewegen Wi-Fi-calling ipv. DAS systemen in te zetten om dekkingsproblemen op te lossen. SURFnet kan een flink aantal gebruikers vertegenwoordigen (ca. 1.3 miljoen studenten, docenten, medewerkers in WO, HBO en MO). Ten opzichte van de totale Nederlandse markt (20 miljoen SIM kaarten²⁵) misschien niet heel veel, maar mogelijk toch een interessante groep/markt.

SURFnet Infrastructuur gebruiken

- 3) Providers zijn continu op zoek om hun netwerken zo kosten efficiënt mogelijk te bouwen. Het gebruik van de SURFnet optische infrastructuur om DAS systemen centraal aan te koppelen is een potentiële mogelijkheid. Remote units van de provider worden hierbij via de SURFnet infrastructuur middels het CPRI protocol gekoppeld aan de centrale Base Band

²⁵ <http://www.telecompaper.com/nieuws/mobiele-markt-stabiel-met-22-groei-op-kwartaalbasis--1115661>

Units. Op deze manier wordt een C-RAN (Centralised Radio Access Network) gebouwd, hiermee kunnen de providers en instellingen mogelijk kostenbesparingen realiseren.

- 4) Voor Wi-Fi-calling zouden private koppeling tussen SURFnet en MNO's en/of MVNO voor afhandelen Wi-Fi belverkeer gerealiseerd kunnen worden. De toegevoegde waarde hiervan zal beperkt zijn, aangezien belverkeer in volume klein zal zijn ten opzichte van het overige dataverkeer.

Gezamenlijke Inkoop

- 5) In het verlengde van rol 1) kan SURFnet/market ook een aanbestedingstraject starten en een leverancier voor DAS systemen zoeken. Binnen deze aanbesteding kan dan meegenomen worden dat de DAS geschikt is voor (en geaccepteerd wordt door) KPN, T-Mobile, Tele2 en Vodafone. Ondersteuning van 4G zal ook onderdeel moeten zijn van het eisenpakket.
- 6) Uit het onderzoek blijkt dat in ieder geval één provider voordelen ziet in het loskoppelen van contracten en de investering in DAS. Door een DAS te huren in plaats van daar zelf in te investeren worden zowel provider als klant flexibeler. Voor de klant is wisselen van leverancier makkelijker, de provider kan een aantrekkelijker contract aanbieden omdat geen grote DAS investeringen nodig zijn. Het model waarbij een 3^e partij investeert in deze (fysieke) infrastructuur en vervolgens verhuurt aan de providers, is voor de zendmasten al in gebruik.
- 7) In het verlengde van rol 2) kan SURFnet/market in een gezamenlijke inkooptraject van mobiele telefonie diensten Wi-Fi-calling als onderdeel meenemen en als belangrijk en kostenbesparend onderdeel positioneren.

Eigen dienst ontwikkelen

- 8) SURFnet zou zelf DAS-systemen kunnen (laten) leggen en verhuren aan de providers. Dit is feitelijk rol 6, waarbij SURFnet zelf optreedt als investeerder in de DAS netwerken.
- 9) SURFnet kan een MVNO-infrastructuur opzetten die (mobiele) telefonie kan aanbieden aan de aangesloten instellingen en mogelijk ook aan studenten. Als SURFnet een MNVO start zal het aanbieden van Wi-Fi-calling daar een onderdeel van moeten zijn. Hierdoor kunnen de kosten laag gehouden worden en zijn 3G / 4G dekkings-problemen binnen de instellingen niet heel relevant meer.
- 10) Als SURFnet mobiele diensten aanbiedt op basis van Wi-Fi-calling, zou ook een interne telefonie dienst voor instellingen gemaakt kunnen worden. Met deze dienst wordt telefonie geboden uitsluitend binnen Wi-Fi dekkingsgebieden zowel van instellingen als daarbuiten. Indien er geen Wi-Fi-dekking is kan niet gebeld worden met de telefoon. Privé / zakelijk bellen kan op deze manier goed gescheiden worden, tevens kunnen de kosten zeer laag gehouden worden omdat er helemaal geen gebruik gemaakt wordt van het mobiele netwerk.

8.3 Evaluatie van rollen

Niet al deze rollen zullen dezelfde toegevoegde waarde voor de doelgroep hebben, daarnaast is de effort voor elke rol anders. Waarbij kennis uitwisselen en samenwerken over het algemeen minder kostbaar zal zijn dan het ontwikkelen en exploiteren van een eigen dienst.

Tijdens een workshop met de projectgroep zijn de rollen zoals beschreven in paragraaf 8.2 besproken en geëvalueerd. In de workshop zijn daarnaast nog enkele additionele rollen geïdentificeerd:

SURFnet Infrastructuur gebruiken

3a) Providers centraal inkoppelen op een actief DAS systeem. Dit gaat een stap verder dan C-RAN, omdat binnen het actieve DAS systeem geen (per provider) afzonderlijke Remote Radio Units (RRU) gebruikt worden maar een enkel actief systeem. Hiermee komt een deel van het beheer bij de

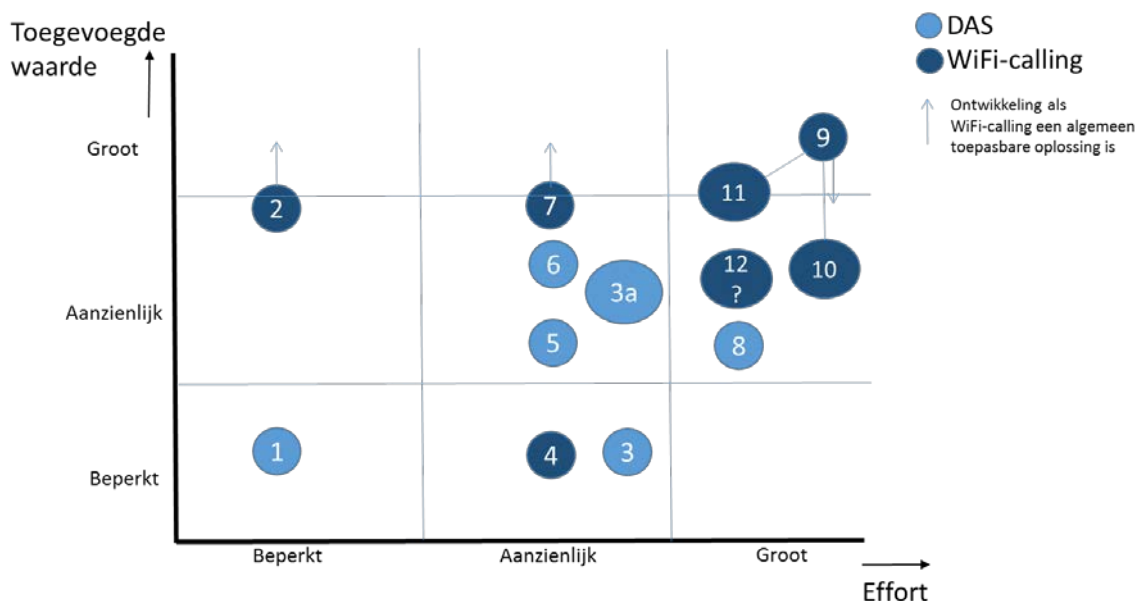
“actieve DAS” partij te liggen, en hebben de providers geen invloed meer op zaken zoals zendvermogen en andere instellingen binnen het DAS.

Eigen dienst ontwikkelen

- 11) Het aanbieden van RCS (Rich Communication Suite) services met hierin Chat, Presence, Filesharing en andere additionele functies. Feitelijk is dit een mogelijke toevoeging op rol 9 & 10. Hiermee kan wellicht de UC (unified communications) behoefte van instellingen worden ingevuld.
- 12) Roaming X-change. De gedachte hierbij is dat SURFnet mobiel verkeer binnen het SURFnet Wi-Fi-dekkings gebied van nationale en internationale abonnees kan afhandelen. Dit verkeer wordt dan via (nationale & internationale) roaming agreements verzameld en verstuurd naar de providers van deze abonnees., waarbij SURFnet roaming kosten in rekening zou kunnen brengen.

De rollen zijn vervolgens ingedeeld naar toegevoegde waarde en effort. Bij toegevoegde waarde is gekeken naar de waarde voor SURFnet en de aangesloten instellingen. De toegevoegde waarde is hoger ingeschat naarmate er meer schaal-, kosten- of andere voordelen te realiseren zijn, en naarmate de diensten of businessmodellen beter aansluiten bij de doelgroep.

Bij effort is gekeken naar de verwachte inspanningen die SURFnet en de aangesloten instellingen moeten leveren om het doel van de rol te realiseren. Kennis uitwisselen en samenwerken wordt als een beperkte effort gezien, inkooptrajecten als aanzienlijke en het ontwikkelen van een dienst als een grote effort gezien.



Figuur 18, Toegevoegde waarde en benodigde inspanning bij de rollen.

In de workshop is met de projectgroep gekeken naar rollen die zeker niet bij SURFnet passen. Rol 8 is een rol die duidelijk niet bij SURFnet past. Ook de andere rollen rondom DAS (3, 5 en 6 werden beoordeeld als minder vooruitstrevend en minder passend.

Rol 2 het bewegen van providers om Wi-Fi-calling te gaan toepassen voor het oplossen van dekkingsproblemen wordt gezien als rol. Het effect hiervan wordt, op basis van ervaringen uit het verleden, gezien als beperkt.

Rol 3a, het implementeren van een actief DAS en de providers centraal aansluiten is een mogelijkheid waarvan onderzocht kan worden of de providers hier oren naar hebben. De verwachting op basis van andere projecten is dat providers een actief DAS over het algemeen niet prettig vinden, omdat ze een belangrijk deel van de controle kwijt raken. Voor de instellingen zou het wel een mooie en mogelijk goedkopere oplossing kunnen zijn.

Rollen 1, 7, 9, 11 en mogelijk 10 werden gezien als goed passende rollen. Waarbij rol 1 weliswaar DAS betreft en niet erg vooruitstrevend is, maar aangesloten instellingen wel kan helpen te zorgen dat als er in DAS wordt geïnvesteerd de juiste keuzes gemaakt worden.

Rol 7, het gezamenlijk inkopen van mobiele telefonie, met daarin Wi-Fi-calling als belangrijk onderdeel, wordt gezien als een zeer passende rol. Zeker in het licht van de ontwikkelingen rond OT2017 en een mogelijke telefonie aanbesteding in SURF verband lijkt dit voor de hand te liggen. Gezien de plannen zoals die nu van de providers bekend zijn, zal Wi-Fi-calling geen volledige oplossing zijn voor indoordekkingsproblemen

Rol 9, 10 en 11 zijn met elkaar gerelateerd en kunnen vervuld worden als SURFnet een stap verder zet en zelf een mobiele telefoniedienst als MVNO gaat ontwikkelen / opzetten. Het voordeel van zelf ontwikkelen van de dienst in plaats van inkopen van een standaard (Wi-Fi-calling) dienst is dat SURFnet de dienst en prioriteiten kan afstemmen op de behoefte van de aangesloten instellingen, medewerkers en studenten. SURFnet kan bijvoorbeeld de keuze maken een app in te zetten naast native ondersteuning, zodat Wi-Fi-calling voor meer toestellen en een breder publiek beschikbaar gemaakt kan worden.

Rol 10 en 11 zijn voorbeelden waarmee aan een eigen telefoniedienst waarde toegevoegd kan worden voor de aangesloten instellingen. In rol 10 wordt Wi-Fi-calling ingezet om op efficiënte wijze te voorzien in de interne telefonie voor instellingen (als vervanging van bijv. DECT, private-GSM en Lync). In Rol 11 wordt aan de mobiele telefonie dienst waarde toegevoegd door Unified Communications functies zoals presence, chat, file sharing en video conferencing.

In hoofdstuk 7 hebben beschreven dat de techniek voor het zelf aanbieden van Wi-Fi-calling dienst beschikbaar is. Voor het aanbieden van een complete mobiele dienst (incl. Wi-Fi-calling) zal daarnaast een contract (MVNO contract) gesloten moeten worden om het netwerk van een mobiele provider te kunnen gebruiken. Dit is een gangbaar en bekend proces en loopt veelal via een MVNE die daar ervaring mee hebben. De kennis voor het opstarten van MVNO's is derhalve in de markt aanwezig, de noodzakelijke investeringen (hardware, licenties) zijn relatief beperkt en volgen een "pay-as-you-grow" model. De klantprocessen en -contacten (aansluiten, afsluiten, facturatie, klachten etc.) zijn een belangrijk aandachtspunt voor een MVNO, er zijn mogelijkheden deze ook uit te besteden.

Rol 12 betreft het via het Wi-Fi-netwerk ook mobiel (transit) verkeer af te handelen van binnen- of buitenlandse providers en daarvoor mogelijk een transitvergoeding te ontvangen. Dit zijn nog "uncharted waters" waarbij vraagstukken rond nationale en internationale roaming, technische mogelijkheden, regelgeving en wil/wensen van de grote marktpartijen samenkomen.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Conclusies

Telefonie

Vergeleken met 5 jaar geleden spelen de mobiele providers een veel belangrijkere rol binnen de telefonie van de instellingen. Wie zien dat de contracten voor vaste en mobiele telefonie gecombineerd zijn, dat de mobiele providers de leveranciers zijn, databundels opgenomen worden en dat de (nationale) belkosten in de contracten afgekocht worden. Het aantal medewerkers met een mobiele aansluiting verschilt sterk per instelling van 10% tot 90%, alle instellingen verwachten verder groei van het aantal mobiele aansluitingen.

De afgelopen 5 jaar zijn veel Microsoft Lync projecten gestart. Destijds was de verwachting dat Lync de oplossing zou worden voor vaste telefonie en unified communications, maar de resultaten zijn wisselend en deze verwachting lijkt niet helemaal te worden waargemaakt. Mogelijk worden de vaste telefonie installaties zelfs (grotendeels) overbodig. Eén organisatie, waar alle medewerkers toegang hebben tot Lync en een mobiele telefoon, constateert dat Lync vrijwel alleen nog gebruikt wordt voor conference- en videocalls. Een andere organisatie vraagt zich af hoe om te gaan met de vaste telefonie omgeving, omdat niet alle functionaliteit met mobiele abonnementen op te lossen is.

Indoordekking

De gesproken instellingen hebben aangegeven dat mobiel bereik in enkele panden of een deel van enkele panden een probleem is. Dit probleem wordt steeds prominenter, onder andere doordat er binnen steeds meer mobiel wordt gebeld ten koste van het gebruik van vaste lijnen. Regelmatig wordt aangehaald dat inmiddels 80% van het mobiele gebruik indoor is(!). Daarnaast zorgen isolerende maatregelen in gebouwen er ook voor dat radio signalen tegengehouden worden.

De indoordekking voor mobiele communicatie kan verbeterd worden door inzetten van femtocellen of DAS (Distributed Antenna System). Een belangrijke vraag bij het verbeteren van indoordekking is: voor wie moet de dekking beter worden? Is dat voor de eigen medewerkers, of ook de studenten en andere bezoekers van de panden.

Femtocellen zijn kleine zenders die het dekking op bepaalde plekken specifiek voor één provider kunnen verbeteren, de kosten hiervan zijn relatief laag. DAS installaties zijn antenne installaties bestaande uit coax bekabeling en antennes waarop mobiele operators hun zenders kunnen koppelen.

De kosten voor het verbeteren van de indoordekking zijn soms versleuteld in het contract met de mobiele provider, zodat deze niet altijd goed zichtbaar zijn. De investeringen in DAS kunnen hoog zijn tot wel €100K voor een pand. Indien deze kosten in het contract zitten, zal de provider deze binnen de contractstermijn willen terugverdienen en zit de instelling mogelijk vast aan een duur contract. DAS installaties bevatten alleen passieve componenten en kunnen 10-15 jaar mee. Ofschoon een DAS installatie door meer providers gebruikt kan worden, gebeurt dit vrijwel nooit. Enerzijds omdat providers veelal eigen eisen aan een DAS stellen, anderzijds omdat er voor de huidige provider van de klant een businesscase is, maar voor de andere providers niet.

Eén van de providers gaf aan dat er mogelijk een businessmodel is waarbij een 3de partij / investeerder een DAS aanlegt en exploiteert, door het DAS te verhuren aan de één of meer providers. Dit is een model dat al gebruikelijk is voor een deel van de zendmasten.

Wi-Fi

De gesproken instellingen hebben allen een omvangrijk Wi-Fi netwerk en geven aan dat Wi-Fi van een “add-on” een primair netwerk is geworden, waarbij studenten de grootste doelgroep vormen. De grote instellingen hebben de Wi-Fi netwerken vanouds in eigen beheer omdat er geen geschikte alternatieven waren, inmiddels is er een optie om het gehele netwerk als WaaS dienst van SURFnet af te nemen.

Wi-Fi-calling

Wi-Fi-calling is een nieuwe technologie, met de potentie een veel goedkoper alternatief (ten opzichte van femtocellen of DAS) te worden voor het verbeteren van indoordekking. Bij Wi-Fi-calling worden de (telefonie en SMS) diensten van een mobiele provider afgehandeld over een Wi-Fi-netwerk en niet over de radio infrastructuur van de provider. Dit is mogelijk door gebruik te maken van een app op smartphone, of een smartphone die geschikt is voor Wi-Fi-calling.

Wi-Fi-calling heeft een nauwe relatie met VoLTE (4G bellen). Beide zijn voor wat betreft technologie en standaardisatie nauw aan elkaar verwant. Software voor Wi-Fi-calling wordt door een groot aantal leveranciers geleverd, zowel de gevestigde orde voor mobiele providers (Ericsson, Huawei, Nokia) als niche spelers (Mavenir/Mitel, Taqua, Newnet, Spectrummax). Deze laatste richten zich met name op de MVNO markt. Zoals bij elke nieuwe technologie zullen er ook bij Wi-Fi-calling aandachtspunten zijn. In deze rapportage zijn er een aantal geschetst.

In het buitenland bieden enkele mobiele providers al Wi-Fi-calling aan. De Nederlandse mobiele providers hebben aangekondigd in de loop van 2016 en 2017 de eerste Wi-Fi-calling en VoLTE diensten uit te brengen. Deze Wi-Fi-calling diensten zullen geschikt zijn voor specifieke abonnementen en toestellen, en hiermee zal Wi-Fi-calling nog geen volwaardige vervanging zijn voor DAS of femtocellen.

Rollen SURFnet

SURFnet kan, eventueel samen met SURFmarket, waarde toevoegen door kennisuitwisseling en samenwerking, gezamenlijk inkopen van diensten, het zelf ontwikkelen/bouwen/bieden van diensten, en ook door inzetten van SURFnet infrastructuur ten behoeve van het leveren van diensten door marktpartijen. In totaal zijn een twaalftal mogelijke rollen (kort) beschreven en is in een workshop met het projectteam een evaluatie gemaakt van deze rollen op basis van toegevoegde waarde voor SURFnet en de instellingen en de verwachte inspanningen. Onderstaande aanbevelingen zijn op deze evaluatie van de rollen gebaseerd.

9.2 Aanbevelingen

In de conclusies hebben we gezien dat Wi-Fi-calling in de loop van 2016 en 2017 door de providers geïntroduceerd zal worden. Initieel zal dit geen generieke oplossing zijn voor betere indoordekking aangezien er beperkingen zullen zijn met betrekking tot de ondersteunde abonnementsvormen en toestellen. We verwachten daarom dat DAS systemen ten behoeve van indoordekking de komende 2 jaar niet volledig overbodig worden door Wi-Fi-calling. Wel verwachten we een steeds belangrijkere rol voor Wi-Fi-calling.

Op basis hiervan komen we tot de volgende aanbevelingen voor SURFnet:

- **DAS investeringen:** Zorg dat middels samenwerking en kennis uitwisseling dat DAS investeringen zodanig gedaan worden dat het DAS (her)bruikbaar is voor alle mobiele providers. Op deze manier kan de investering langer renderen en houdt de aangesloten instelling de vrijheid om van provider te wisselen. Optioneel kan gekeken worden of een 3^{de}

partij / investeerder de DAS van instellingen wil exploiteren en of alle providers aan een dergelijk business model mee willen werken.

- Pilot Wi-Fi-calling: Start om ervaring op te doen een Pilot met Wi-Fi-calling. In deze pilot kunnen tal van de (technische) aandachtspunten uit paragraaf 6.5 ervaren worden en gekeken worden hoe Wi-Fi-calling in de praktijk zal uitwerken. De informatie uit deze pilot kan gebruikt worden in het inkoopproces en bij de beslissing zelf een dienst te ontwikkelen. Een dergelijke pilot zal met een provider(MNO) of MVNO opgestart kunnen worden, vanwege de flexibiliteit geniet een MVNO de voorkeur.
- Inkoop telefonie: Bij gezamenlijke inkoop van telefonie zal Wi-Fi-calling een belangrijk aandachtspunt moeten zijn. Enerzijds zal gekeken moeten worden naar de technische aandachtspunten uit paragraaf 6.5 anderzijds is het van belang te kijken hoe de besparing door het gebruik van Wi-Fi-calling bij de aangesloten instellingen terecht komt. Bij het inkoop traject zal SURFnet rekening moeten houden dat de providers zich met Wi-Fi-calling diensten initieel op de consumenten markt richten en zich beperken tot enkele typen toestellen.
- Overweeg het ontwikkelen van een eigen mobiele dienst. Dit geeft SURFnet meer keuzevrijheid om de dienst af te stemmen op de behoeften en prioriteiten van de instellingen. SURFnet zou bijvoorbeeld het gebruik van een app wel kunnen ondersteunen, zodat een veel groter deel van de doelgroep de Wi-Fi-calling dienst kan gebruiken. De inspanningen voor het ontwikkelen van een nieuwe dienst zijn vanzelfsprekend groter, aan de andere kant is het bouwen van een MVNO geen rocket science en een bekend proces. Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwikkelen van een eigen dienst is de omvang en complexiteit van het klantproces en -contacten.

9.3 Beperkingen

SURFnet heeft voor dit onderzoek contactpersonen bij 4 universiteiten, 1 HBO instelling en een MBO benaderd. Deze groep is beperkt en niet representatief voor alle bij SURFnet aangesloten instellingen. We kunnen dus niet zeggen of de bevindingen algemeen gelden voor alle bij SURFnet aangesloten instellingen.

De focus van het onderzoek lag niet specifiek op indoordekking en DAS, maar indoordekking en DAS bleken uiteindelijk wel een belangrijk onderdeel te zijn. Nader onderzoek naar de aard en omvang van de indoordekking problemen is daarom zinvol, evenals de ervaringen van verschillende instellingen met DAS systemen en welke instellingen staan voor de keuze en implementatie van een DAS systeem.