

Pilotprojecten met 4G en eduroam (MoLAN) Summary & Lessons Learned

Project	: GigaPort3
Project Year	: 2014
Project Manager	: Maurice van den Akker
Author(s)	: Karianne Vermaas
Review	: Kirsten Veelo, Maurice van den Akker, Femke van Manen
Completion Date	: December 2014
Version	: DEF

Summary

MoLAN connects equipment of 4G infrastructure of mobile network operators with the network infrastructure of SURFnet. This way SURFnet offers trusted connectivity of the SURFnet network outside the wifi coverage area of the knowledge institution. In higher education and research MoLAN can provide value. Education and research will increasingly take place outside the walls of the university. It is important that students, teachers and researchers in these areas have access to materials and applications of the institution and beyond.

To test 4G and MoLAN in practice SURFnet collaborates since 2011 with KPN and teaching, research and healthcare institutions in Utrecht, Amsterdam and Eindhoven. This document describes these pilot projects and lessons learned.

Colophon

Programme line	: GigaPort 3
Part	: Draadvrij
Activity	: G3.1 – Pilots 4G eduroam
Deliverable	: MOB-14-07
Access rights	: public
External party	: What about Users !?!

This project is part of the GigaPort3 program, for which SURFnet receives government funding from the Economic Structure Enhancing Fund (FES). SURFnet is carrying out the project under the supervision of SURF and in cooperation with suppliers, users and research partners. More information on SURF is available on the website www.surf.nl



6 Matters one should know about 'Pilotprojecten met 4G en eduroam (MoLAN)'.

Wat is it?	This document describes the 4G eduroam pilot projects and lessons learned.
Whom is it for?	People interested in the added value of mobile technology for higher education and research and/or the MoLAN service, where users stay connected to their home campus via 4G and eduroam
How does it work?	MoLAN connects equipment of 4G infrastructure of mobile network operators to the network infrastructure of SURFnet. This way SURFnet offers trusted connectivity of the SURFnet-network outside the wifi coverage area of the institute.
What can one do with it?	Education and research will increasingly take place outside the walls of the university. It is important that students, teachers and researchers can collaborate anywhere, anytime with any device, and have access to materials and applications of the institution and beyond.
More information	www.surf.nl/draadsvrij

Inhoudsopgave

Pilotprojecten met 4G en eduroam (MoLAN)	1
Summary & Lessons Learned	1
Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	6
1.1 Samenvatting.....	6
1.2 Over 4G en MoLAN.....	6
2 Achtergrond pilotprojecten	8
2.1 Kennis en ervaring opdoen.....	8
2.2 Onderzoek- en onderwijspraktijk.....	8
2.3 Opgeleverde documenten.....	8
3 Beschrijving pilotprojecten	9
3.1 Universitair Medisch Centrum Utrecht: Live weblectures volgen.....	9
3.2 Universiteit Utrecht: Diergeneeskunde.....	10
3.3 Universiteit Utrecht: Olympos: live streamen van een hockeywedstrijd met 4G.....	11
3.4 Hogeschool Utrecht: Locationbased Gaming.....	11
3.5 Hogeschool Utrecht: Doventolkstudies.....	12
3.6 Universiteit van Amsterdam: Stadsarcheologie.....	13
3.7 Vrije Universiteit Amsterdam: Historisch Amsterdam.....	13
3.8 Vrije Universiteit Amsterdam: Cinematic city.....	14
3.9 Vrije Universiteit Amsterdam, Hogeschool van Amsterdam: Sensor-driven coaching (3 projecten).....	15
3.10 Fontys Pedagogische Technische Hogeschool: Schetsen en ontwerpen op de bouwplaats en synchroon coachen.....	17
4 Lessons Learned en overall conclusies uit de beschikbare documenten en gesprekken	19
4.1 MoLAN in het hoger onderwijs en onderzoek.....	19
4.2 Voordelen van het 4G-netwerk in het gebruik.....	19
4.3 Onderzoeks- en onderwijstoepassingen voor 4G en MoLAN.....	20
4.4 Meerwaarde van 4G en MoLAN voor onderwijs en onderzoek.....	21
4.5 Welke meerwaarde levert MoLAN nog meer?.....	22
4.6 Technische randvoorwaarden voor het gebruik van MoLAN.....	22

4.7	Ondervonden problemen	24
4.8	Tips voor instellingen die met MoLAN aan de slag gaan:	26
4.9	Opschaling	27
4.10	Conclusies.....	27

1 Inleiding

1.1 Samenvatting

SURFnet heeft van 2011 tot 2014 samengewerkt met KPN en een aantal onderwijs-, onderzoeks- en zorginstellingen om in de praktijk de meerwaarde te onderzoeken van 4G/LTE-netwerktechnologie voor hoger onderwijs en onderzoek. In totaal hebben de partijen zestien pilotprojecten uitgevoerd in Utrecht, Amsterdam en Eindhoven. De kennis en ervaring die zo werden opgedaan, hebben bijgedragen aan

- verrijking van de manier van onderwijs en onderzoek;
- de ontwikkeling van een nieuwe dienst met de werktitel MoLAN (Mobiel Local Area Network), geleverd door SURFnet en telecomoperators. Deze dienst integreert wifi en 4G door middel van eduroam. MoLAN is sinds 20 november 2014 beschikbaar voor de doelgroep van SURFnet.

In het kader van deze pilotprojecten zijn een groot aantal documenten opgeleverd. Aan de hand van deze documenten en enkele korte telefonische interviews zijn in dit document de pilotprojecten in een notendop beschreven en de conclusies en leerpunten opgetekend.

1.2 Over 4G en MoLAN

MoLAN: supersnel mobiel internet (4G) gecombineerd met eduroam

4G LTE (Long Term Evolution) is de nieuwste generatie mobiel internet. Het is tot tien keer sneller dan zijn voorganger 3G. Met 4G kun je supersnel grote hoeveelheden data up- en downloaden.

Daarnaast is het mogelijk om video's en geluid in HD-kwaliteit te streamen, zonder buffering of haperen.

Met de dienst MoLAN biedt SURFnet ook buiten het dekkinggebied van het wifi-netwerk van de kennisinstelling de vertrouwde connectiviteit van het SURFnet-netwerk. SURFnet heeft hiervoor apparatuur van de 4G-infrastructuur van mobiele netwerkoperators gekoppeld met de netwerkinfrastructuur van SURFnet. Door 4G-verkeer te bundelen en via het SURFnet- en het lokale netwerk van de instelling af te handelen, is de gebruiker ook buiten het wifi-bereik van de instelling direct met het instellingsnetwerk verbonden.

Hoe werkt MoLAN?

Via het hybride netwerk SURFnet7 werd een verbinding aangelegd tussen het netwerk van de kennisinstelling naar dat van KPN. Hiervoor gebruikte de kennisinstelling de SURFnet-dienst 'on demand lichtpaden'. Een lichtpad is een directe, veilige verbinding tussen twee locaties, afgeschermd van het internet. Lichtpaden zorgen voor een gegarandeerde bandbreedte en beschikbaarheid van de verbinding. Het lichtpad van de kennisinstelling naar KPN werd opgezet via de Multi Service Port (MSP) van de kennisinstelling. De netwerkbeheerders van de onderwijsinstellingen koppelden hun

authenticatie-omgeving aan die van SURFnet, zodat gebruikersnamen en wachtwoorden van de instelling werden herkend.

Gebruikers merken geen verschil in het gebruik van ICT-faciliteiten, of ze nu zijn verbonden via 4G of via het wifi-netwerk van de instelling. Technisch gezien is de toegang ook nagenoeg hetzelfde bij wifi en 4G. Netwerkbeheerders kunnen het gehele 4G-netwerk beschouwen als één wifi access point.

Gebruikers moeten op het toestel het juiste toegangspunt (APN of access point name) selecteren. Voor het verkrijgen van toegang tot het APN, stuurt het toestel parameters (o.a. de gebruikersnaam die ook voor toegang tot eduroam wordt gebruikt). Deze parameter worden aangevuld met gegevens van de mobiele operator en in een Radius bericht naar de instelling gestuurd. De instelling beslist op grond van de informatie die via Radius wordt uitgewisseld of de gebruiker toegang krijgt tot de APN en of de gegevens van die gebruiker moet worden behandeld als 'generic traffic' of als 'institutional traffic'. Bij de eerste variant wordt de gebruiker direct aangesloten op het SURFnet-netwerk. Bij de tweede variant worden de gebruikers via 4G direct aangesloten op het interne netwerk van de instelling.

Waarom 4G en eduroam (MoLAN) in het hoger onderwijs en onderzoek?

Ook in het onderwijs en in onderzoek kan 4G meerwaarde bieden. Onderwijs en onderzoek vindt steeds vaker (ook) buiten de muren van de universiteit of hogeschool plaats. Om de onderwijs- en onderzoekstaken toch goed te kunnen uitvoeren is het van belang dat studenten, docenten en onderzoekers op deze plekken toegang hebben tot materiaal en applicaties van de instelling en daarbuiten.

Vaak is er op deze plekken echter geen wifi en een 3G-verbinding biedt vaak niet voldoende capaciteit om te werken met grote bestanden, zoals foto's, kaarten en video. 4G kan daarvoor een oplossing bieden.

De combinatie van 4G met eduroam (MoLAN) geeft onderzoekers, docenten en studenten de kans om overal op een veilige manier op het SURFnet-netwerk of zelfs direct op het campusnetwerk van de instelling te kunnen. Daarmee krijgen zij toegang tot beveiligde applicaties van de instelling die niet via internet benaderbaar zijn, zoals Blackboard, het LMS, portfoliosystemen en videosystemen. Voorheen was hiervoor een VPN-verbinding nodig. De ervaringen van instellingen met VPN zijn niet altijd positief, omdat de stabiliteit soms te wensen overlaat. Bovendien is het kosten- en arbeidsintensief om de voor VPN benodigde software op alle verschillende mobiele devices te plaatsen en te ondersteunen. Mede hierdoor werden dit soort toepassingen, waarbij een connectie met het campusnetwerk van de instelling werd gemaakt op mobiele devices vrijwel niet gebruikt.

2 Achtergrond pilotprojecten

2.1 Kennis en ervaring opdoen

Om 4G en ook de combinatie met eduroam in de praktijk te testen werkt SURFnet sinds 2011 samen met KPN en een aantal onderwijs-, onderzoeks- en zorginstellingen. Samen hebben de partijen enkele pilotprojecten uitgevoerd in Utrecht, Amsterdam en Eindhoven. De kennis en ervaring die zo werden opgedaan, hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van een nieuwe functionaliteit, MoLAN, waarbij wifi, 4G en eduroam geïntegreerd zijn.

In eerste instantie is er in 2011 een 4G-testnetwerk aangelegd in Utrecht. Daarna heeft SURFnet MoLAN ontwikkeld. Van begin af aan hebben experimenten met gebruikers plaatsgevonden. Eerst in Utrecht door Universiteit Utrecht, Hogeschool Utrecht en UMC Utrecht met alleen het 4G testnetwerk, later met het productienetwerk, dat ook beschikbaar is voor consumenten van KPN. Vanaf 2013 zijn er ook experimenten gedaan in Amsterdam door UvA, VU en HvA.

2.2 Onderzoek- en onderwijspraktijk

In de pilotprojecten werd 4G (zowel alleen 4G, als MoLAN) ingezet in zowel de onderzoek- als onderwijspraktijk. In het onderwijs ging het bijvoorbeeld om het op locatie verzamelen en verwerken van beeld- en kaartmateriaal, het op afstand meekijken met en coachen van studenten, het stimuleren van samenwerken en discussiëren, weblectures vanaf de campus en daarbuiten, videotoeepassingen en navigatie.

In de onderzoekscontext zien we dat data vanaf sensoren in smartphones en in het veld worden verstuurd naar de cloud, geanalyseerd en in de vorm van feedback weer worden teruggegeven aan sporters en coaches, maar ook aan fietsers in verkeerssituaties. Met 4G gaat dit zo snel dat de feedback direct kan worden gegeven om zo het gedrag bij te sturen.

2.3 Opgeleverde documenten

In het kader van deze pilotprojecten zijn allerlei documenten gemaakt: best practices, user requirement documenten, onderzoeksplannen en evaluatie-/ onderzoeksrapporten. Deze documenten zijn te vinden op surf.nl/draadrij. Aan de hand van deze documenten en enkele korte telefonische interviews zijn de pilotprojecten in een notendop beschreven en de conclusies en leerpunten opgetekend. Ook heeft het SURF innovatieseminar 'Mobiele technologie in hoger onderwijs en onderzoek' op 20 november 2014 input geleverd voor deze rapportage.

3 Beschrijving pilotprojecten

De volgende pilotprojecten zijn uitgevoerd:

Utrecht	Universiteit Utrecht	Diergeneeskunde
		Olympos
	Universitair Medisch Centrum Utrecht	Live weblectures
	Hogeschool Utrecht	Location based Gaming
		Doventolkstudies
Amsterdam	Vrije Universiteit Amsterdam, faculteit Letteren	Historisch Amsterdam
		Cinematic city
	Vrije Universiteit Amsterdam, faculteit Computer Science	Sensordriven coaching
	Vrije Universiteit Amsterdam, faculteit Bewegingswetenschappen	Sensordriven coaching
	Hogeschool van Amsterdam, lectoraat Digital Life Centre	Sensordriven coaching
	Universiteit van Amsterdam, faculteit Geesteswetenschappen	Stadsarcheologie
Eindhoven	Fontys Pedagogische Technische Hogeschool	Schetsen en ontwerpen op de bouwplaats

UTRECHT

3.1 Universitair Medisch Centrum Utrecht: Live weblectures volgen

Waarom? Men was geïnteresseerd in de vraag of de overgang van wifi naar 4G vloeiend kan verlopen: kan de student het hoorcollege via een weblecture op de tablet blijven volgen als hij van het universiteitsterrein naar de bus loopt? Studenten kunnen in dat geval hun reistijd goed benutten.

Wat is er gedaan? Voorheen werden weblectures bij UMCU al aangeboden, maar bekeken via wifi of een vast netwerk. In het pilotproject werden enkele weblectures ook bekeken via een 4G-verbinding op tablets. Om de overgang van 4G naar wifi en andersom te testen, werden de proefpersonen in twee groepen verdeeld: de ene groep liep van buiten naar binnen en de andere groep startte binnen en ging naar buiten tijdens de weblecture.

Resultaat De weblectures bleken goed te volgen op een tablet. Er is na het pilotproject zicht op welke smartphones geschikt zijn voor het volgen van weblectures (grootte scherm, batterijduur). Ook zijn er requirements en extra wensen bij gebruikers geïnventariseerd, voornamelijk wat betreft de software. Er zijn enkele waardevolle bevindingen na het pilotproject als het gaat om de bruikbaarheid van de combinatie van wifi en 4G voor weblectures. Zo zijn tablets bijvoorbeeld zodanig geprogrammeerd dat ze zo lang mogelijk verbonden blijven met (gratis) WiFi, terwijl het 4G-signaal dan vaak al beter is. Wifi geeft bufferstoringen en 4G en wifi gaan nog niet naadloos op elkaar over.

Bij het in productie nemen voor colleges moet de techniek 100% werken en eenvoudig te bedienen zijn. Daar is men na het pilotproject nog niet, maar alle bevindingen worden meegenomen in de verkenning van een dienst waarbij 4G en wifi naadloos op elkaar overgaan.

Wel is men door de pilot enthousiast geworden voor 4G en ziet het als mogelijke vervanging voor wifi. LTE is in de aanbesteding voor nieuwbouw ook meegenomen. Ook is er inmiddels al live beeld vanuit de operatiekamer via 4G live gedeeld.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.2 Universiteit Utrecht: Diergeneeskunde

Waarom? De vraag van de Universiteit Utrecht was: Wat is de meerwaarde van smartphones met 4G voor het praktijkonderwijs bij Diergeneeskunde?

Binnen de faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht was men vooral benieuwd naar de kwaliteit van videoconferencing via 4G. Masterstudenten van deze opleiding, die co-schappen lopen, zijn veel op klinieken, (proef)boerderijen en in stallen door heel het land, en willen dan soms even met hun docent of mede-studenten overleggen via beeldcontact over een aandoening bij een dier bijvoorbeeld. Tevens is voor het opzoeken van lesmateriaal, dat vaak uit foto of videobeeld bestaat, een snelle, stabiele verbinding nodig. Wifi is meestal niet aanwezig op de betreffende locaties, dus in dit pilotproject is een 4G-verbinding is bekeken als mogelijke oplossing.

Wat is er gedaan? Ongeveer 25 studenten Diergeneeskunde werden in het pilotproject op afstand geobserveerd en live gecoacht door hun docenten via een 4G-verbinding. Verschillende applicaties werden getest, bijvoorbeeld: bellen via Skype, videoconferencing via Lifesize UVC Clearsea, WhatsApp voor discussies, EBVM (online documentatie). Ook werd de verbinding gebruikt voor het uploaden van documenten naar BlackBoard, het online beoordelen via het portfoliosysteem ePass en het delen van videomateriaal via Dropbox.

Eerst werd een pre-pilotproject gedaan om technische problemen vroegtijdig op te sporen. Zo werd bijvoorbeeld al snel duidelijk dat van de aanvankelijk gebruikte toestellen de accu wel erg snel leeg was. Dat is met nieuwe toestellen opgelost.

Resultaat: De eerste reacties zijn positief ten opzichte van 4G als het gaat om de beeldkwaliteit bij videocommunicatie en het opzoeken van online lesmateriaal. Docenten kunnen besparen op reistijd en studenten kunnen zelfstandiger werken als ze op afstand hulp kunnen inroepen op het moment dat zij dat nodig hebben. Ook hoeven niet meer alle studenten tegelijk in de stal aanwezig te zijn. Door de mogelijkheden voor directe feedback van docenten en medestudenten, is er rijkere feedback ontstaan.

Geüploade documenten zijn direct voor alle betrokkenen beschikbaar, wat het leerproces en de behandeling ten goede komt.

Er zijn ook enkele concrete aanbevelingen voor de toekomst en voor vervolgpilotprojecten opgeleverd door de onderzoekers. Het gaat dan bijvoorbeeld over het bereik van 4G binnen in gebouwen.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.3 Universiteit Utrecht: Olympos: live streamen van een hockeywedstrijd met 4G

Waarom? Hockey is een snelle sport, gespeeld met een kleine bal, die lastig te volgen is op een beeldscherm. Wifi is op het hockeyveld vaak niet beschikbaar en een 3G-verbinding is te langzaam om het spel goed te tonen; de beelden worden schokkerig. Het doel van dit pilotproject was te testen of MoLAN geschikt is om beelden van een hockeywedstrijd live te streamen op een kwalitatief hoogwaardige manier.

Wat is er gedaan? Er zijn hockeywedstrijden gefilmd en (live) uitgezonden via een 4G-verbinding. Met een camera en laptop met 4G router werd de uitzending gestreamd. Eerst via cloudprovider Ustream en daarna met LectureNet, de videodienst van de universiteit. Dat was mogelijk, omdat er een connectie met eduroam werd gemaakt. Hierdoor werd een VPN-verbinding om bij het campusnetwerk te komen overbodig.

Resultaat: Goed beeld en weinig vertragingen bij het live uitzenden van de hockeywedstrijden via MoLAN. Het blijkt mogelijk altijd en - door de koppeling met het universiteitsnetwerk via MoLAN- overall beelden van hoge kwaliteit live uit te zenden. Enige vertraging bleek niet zozeer te liggen aan de 4G-verbinding, maar mogelijk aan de afspraken over bandbreedte met de cloudprovider en aan de gebruikte app (de gebruikte Mediasite-app is niet gemaakt voor een dynamische live-event zoals sportwedstrijden, maar eerder voor conferenties).

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.4 Hogeschool Utrecht: Locationbased Gaming

Waarom? De centrale vraag in dit pilotproject was: is het 4G-netwerk te gebruiken voor toepassingen binnen de aangeboden lessen en activiteiten van de studenten waar het oude 3G netwerk niet toereikend voor is (en waar wifi niet beschikbaar is)?

Wat is er gedaan? Om de Uithof te leren kennen, is er voor eerstejaars studenten van de Hogeschool Utrecht een concept/-ontwerp uitgewerkt voor een mobiele interactieve location based game, waarbij de studenten verschillende locaties bezoeken. Er is bekeken of het game-platform door 4G soepeler

zou kunnen werken dan voorheen, bijvoorbeeld als het gaat om navigatie. Ook is bekeken of het in theorie beter mogelijk is om hoge kwaliteit (instructie-, interview)video's en (audio-, foto-)bestanden te gebruiken in de game dan in de oude 3G-omgeving.

Resultaat: De onderzoekers concluderen dat door de snelheid van het 4G-netwerk vooral bestaande toepassingen beter zullen werken, zoals het streamen van HD video, audio en foto's. Ook multi-player games zullen baat hebben bij een 4G-verbinding in verband met een lagere latency.

3.5 Hogeschool Utrecht: Doventolkstudies

Waarom? Studenten leraar/tolk Nederlandse Gebarentaal van de Hogeschool Utrecht lopen stage door heel Nederland. Docenten komen op die locaties regelmatig langs voor korte observaties, omdat zij daadwerkelijk moeten zien wat er gebeurt. Dat is niet optimaal, omdat het veel reistijd vergt. Eerdere tests met live videoconferencing tijdens stages gaven geen goede resultaten. Wifi is vaak niet aanwezig op deze locaties en een 3G-verbinding geeft schokkerige beelden, zodat een goede evaluatie van de gebarentaal niet mogelijk is. In dit pilotproject is gekeken of een 4G-verbinding in combinatie met eduroam (MoLAN) een efficiëntere oplossing kan bieden.

Wat is er gedaan? In plaats van bezoeken van docenten op de stageplekken van studenten, is er door de opleiding geëxperimenteerd met MoLAN. De studenten gebruikten een tablet met SIM-kaart om zichzelf tijdens het tolken op de stageplek vast te leggen. De docent keek live en op afstand vanachter zijn bureau mee en gaf na het tolken direct feedback. Ook kon door MoLAN het campus-netwerk en de applicaties van de hogeschool vanaf iedere plek benaderd worden met de vertrouwde HU-gebruikersnamen en wachtwoorden. Een (kosten- en arbeidsintensieve) VPN-verbinding werd zo overbodig.

Voor de verbinding tussen het netwerk van de HU en KPN werden on demand lichtpaden van SURFnet ingezet, zodat de bandbreedte en beschikbaarheid van de veilige verbinding werden gegarandeerd.

Resultaat: Eerdere tests met live videoconferencing tijdens stages via 3G gaven geen goede resultaten; de snelheid en beeldverversing waren te laag om de gebarentaal goed te volgen. Nu met 4G in combinatie met eduroam waren de beelden live goed te volgen en ook de directe feedback die kon worden gegeven werd als erg positief ervaren. De directe feedback via 4G leverde ook tijdsbesparing op als het gaat om nakijkwerk.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

AMSTERDAM

3.6 Universiteit van Amsterdam: Stadsarcheologie

Waarom? Studenten Archeologie moeten leren om op een onderzoekslocatie zinvol gebruik te maken van digitale bronnen. Het gaat dan vaak om beeldmateriaal en grote kaarten. De studenten moeten op die locaties dan wel overal beschikken over een internetverbinding met voldoende capaciteit voor het gebruik van het materiaal. In dit pilotproject is bekeken of 4G in combinatie met eduroam (MoLAN) hiervoor een geschikte oplossing is en meerwaarde biedt voor studenten en docenten bij het veldwerkonderzoek.

Wat is er gedaan? Bachelorstudenten en docenten gebruikten tijdens het vak Stadsarcheologie tablets met MoLAN om onderzoek te doen op onder andere het Binnengasthuisterrein in Amsterdam. Door de koppeling met eduroam konden studenten altijd bij het campusnetwerk en applicaties van de universiteit. Zo konden de studenten ook vanaf de onderzoekslocatie bij de applicatie QGIS. Daarmee kan men geografische gegevens bekijken, bewerken en analyseren. Door middel van ordening, geo-refereren, combineren van gegevens, koppelen van gegevens en het toevoegen van opmaak, kan een kaart samengesteld worden.

Resultaat Zelfs de grote kaarten die de studenten ter plekke nodig hadden, werden snel geladen met de 4G-verbinding. De studenten konden door MoLAN ook bij niet openbare content. Hoewel de docenten moesten wennen en begeleiding nodig hadden op het gebied van ICT en onderwijsontwerp, zijn de betrokkenen over het algemeen enthousiast. Het leren vindt nu al in een eerder stadium plaats in de context van het onderzoeksonderwerp, waardoor het onderzoek meer betekenis krijgt voor de studenten. Wel mag het mobiele aspect nog beter gebruikt worden binnen het onderwijs door bijvoorbeeld opdrachten te ontwerpen, waarbij studenten ook daadwerkelijk op de locatie aanwezig moeten zijn (door GPS of foto's te laten maken).

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.7 Vrije Universiteit Amsterdam: Historisch Amsterdam

Waarom? Voor het vak Historisch Amsterdam moeten studenten leren om op een locatie, tijdens stadswandelingen, zinvol gebruik te maken van digitale bronnen. De studenten moeten op die locaties dan wel overal beschikken over een internetverbinding met voldoende capaciteit voor het gebruik van beeld, maar er is vaak geen wifi beschikbaar. Naast het raadplegen van informatie is ook de interactie tussen studenten en met de content van belang, met de docent als coach. In dit pilotproject is bekeken of MoLAN hiervoor een geschikte oplossing is en meerwaarde biedt voor studenten en docenten in de onderwijssituatie.

Wat is er gedaan? De studenten van het vak Historisch Amsterdam kregen in het pilotproject tijdens het veldwerk een tablet met een 4G-verbinding mee. 4G maakt het mogelijk ter plekke in de stad digitale kaarten over elkaar heen te leggen en historisch erfgoedmateriaal op te roepen, zoals van het Rijksmuseum en Eye Filminstituut. Het was mogelijk om de bronnen te vergelijken met het moderne stadsbeeld. Studenten hadden ook – door gebruik van MoLAN – toegang tot de digitale leeromgeving BlackBoard, waar de opdrachten voor het vak en instructie voor het gebruik van MoLAN en de gebruikte apps stonden. Electric Slide Net werd gebruikt voor het delen van de PowerPoint presentaties. Studenten konden ter plekke bijvoorbeeld eigen foto's toevoegen. Zo verrijkten ze delen van de stadswandeling met nieuw materiaal.

Resultaat Het gemiddelde cijfer van studenten is voor dit vak van 6.2 naar 7.2 gestegen. De studenten en docenten zijn erg tevreden over de opzet en mogelijkheden. Ook over de stabiliteit van het netwerk zijn ze te spreken. GPS is echter niet altijd even nauwkeurig. Door de koppeling met eduroam, kregen studenten toegang tot content van de instelling en konden ze snel schakelen tussen de verschillende omgevingen, zonder steeds te hoeven inloggen. Er was ook meer interactie met het opbouwen van content dan in de oude situatie. De studenten gaan namelijk op locatie op zoek naar informatie en aanknopingspunten, die leidt tot boeiende discussies. Heel snel kunnen allerlei online beeldbanken worden aangeroepen, terwijl er vroeger nog fotokopieën in readers geplaatst werden. Studenten komen met oplossingen waarmee ze zelfs de docenten verrassen. Ook is er didactische meerwaarde: de docent hoeft minder aan het woord te zijn, de studenten kunnen zelf aan de slag. Wel hebben studenten instructie nodig. Ook missen studenten de diepgang van de omgeving die gebruikt is : www.financieelerfgoedopdekaart.nl . Meer diepgang is nodig om betere analyses te kunnen doen. Studenten kunnen hier zelf aan bijdragen door bronnen aan te leveren.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.8 Vrije Universiteit Amsterdam: Cinematic city

Waarom? Binnen het vak Cinematic City bezoeken studenten filmlocaties en vergelijken ter plekke filmfragmenten met de werkelijke situatie en historische gegevens over deze plaats en de architectuur. De locaties die bezocht worden hebben echter geen wifi, waardoor studenten geen toegang hadden tot online beeldendatabases of GIS-applicaties. Een 3G-verbinding biedt hiervoor niet voldoende bandbreedte. De tot aan het pilotproject gebruikte oplossing was dat docenten het materiaal vooraf op tablets klaarzetten voor de studenten. Dat bleek echter niet genoeg materiaal voor de studenten en de docenten waren er veel tijd aan kwijt.

Wat is er gedaan? Studenten bekeken filmfragmenten en historische (visuele) informatie op tablets met een 4G-verbinding op locatie om de vergelijkingen te maken. Ze visualiseerden vervolgens hun bevindingen op een kaart. Dat laatste resulteerde in nieuw materiaal, dat geupload moest worden om

direct te delen. Ook presenteerden ze vanaf de filmlocatie en werden de powerpointpresentaties synchroon op alle tablets getoond via Electric Slide Net.

De videofragmenten werden gestreamd vanaf Youtube en Kaltura (privé systeem van de VU, waarop ook auteursrechtelijk beschermd materiaal staat). Een koppeling met het VU-netwerk verliep via MoLAN, waardoor studenten met een keer inloggen bij alle applicaties van de universiteit konden. Door die koppeling was er ook toegang tot Blackboard.

Resultaat De netwerkfaciliteiten bleken van hoge kwaliteit en stabiel. De studenten bleken met tablets en MoLAN overal goed in staat te zijn hun veldwerk te doen. Zonnekapjes voor de tablet zou dit nog bevorderen. Het leereffect was volgens de docent ook groter, maar studenten moeten nog wel leren hoe optimaal gebruik te maken van alle data ter plekke. Studenten waren ook enthousiast over het gebruik van tablets en het netwerk. Het meekijken met elkaars presentatie via de app van BlackBoard werkte ook goed. De interactie tussen studenten en docenten wordt zo goed ondersteund door MoLAN.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

3.9 Vrije Universiteit Amsterdam, Hogeschool van Amsterdam: Sensor-driven coaching (3 projecten)

In de onderzoekcontext is ervaring opgedaan met sensor-driven onderzoek bij sporters, zoals hardlopers en roeiers.

Waarom? Sporters zijn zowel indoor als outdoor vaak actief op plaatsen waar geen wifi-verbinding aanwezig is. Toch is er behoefte aan slimme communicatiesystemen, voor real time feedback voor het verbeteren van sportprestaties of het motiveren van sporters. 3G biedt meestal niet voldoende capaciteit om real-time feedback te ondersteunen. In hoeverre 4G hier een oplossing kan bieden, is onderzocht in deze pilot.

Uiteindelijk is het doel om een (prototype voor) mobiele apps te ontwikkelen, die real-time feedback geeft aan individuele sporters en sportgroepen, waarbij zowel hun fysieke, mentale als sociale conditie wordt meegenomen.

Wat is er gedaan? Onderzoekers kunnen met 4G meetinstrumenten in het veld snel verbinden. Kleine berichten worden vanaf sensoren op de mobiele telefoon van de roeier of hardloper, vanaf de boot van de roeiploeg. Vervolgens worden de data naar de cloud gestuurd, waar ze verwerkt worden tot feedback voor de sporter en coaches. Het gaat dan om data afkomstig van GPS, accelerometer, audio-informatie, hartslagmeter etc.

Deze pilot valt uiteen in verschillende onderdelen. Zo is er bij de faculteit Computer Science van de Vrije Universiteit Amsterdam bijvoorbeeld gekeken naar de snelheid en stabiliteit van 4G bij de experimenten met het sensordriven coachen van sporters. Ook de batterijduur is onderzocht.

De faculteit Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam richtte zich op roeiers. Sensoren helpen om meer inzicht te geven in de individuele verrichtingen en die van het team. De roeiboot was uitgerust met sensoren (versnellingsmeters, gyroscopen en een hoogfrequente GPS) en daarnaast waren alle roeiers tijdens de training uitgerust met een smartphone, die real time de individuele verrichtingen weergeeft op een scherm. Alle aan boord gemeten variabelen gingen rechtstreeks naar de cloud voor feedback tijdens de training en analyse achteraf.

Het lectoraat Digital Life Centre van de Hogeschool van Amsterdam heeft zich geconcentreerd op hardlopers, die buiten lopen. Lopen zij bijvoorbeeld in het optimale tempo en met het optimale stapritme? En hoe kunnen hardlopers geclusterd worden, zodat ze met de kracht van een groep de beste prestatie leveren? 4G werd gebruikt om directe feedback te geven aan de onderzoeker/coach uit sensordata van de mobiele telefoons van de hardlopers.

Resultaat Deze pilotprojecten zijn vooral belangrijk voor dataverzameling voor onderzoek. De technieken die met de gebruikte apps worden ontwikkeld, vormen de basis voor een digitale sportcoach-apps. Die beoogde apps helpen mensen om beter en meer te sporten. Op basis van wetenschappelijk onderzoek geven de apps persoonlijk advies op de sportprestaties.

De goede stabiliteit, hoge snelheid, lage latency van 4G is van meerwaarde gebleken in de sensordriven coachingspilots. Het sterke vermoeden is ook dat de batterij met 4G langer meegaat.

De wens is nu om het onderzoek op te schalen: meer mensen, een hogere frequentie meten, zo nauwkeurig mogelijk. Dat levert veel data op, die allemaal moet worden uitgelezen en snel moet worden verwerkt in feedback. De lage latency van 4G is dan een positief en onmisbaar punt.

De voordelen gelden overigens niet alleen voor sporters. Ook in verkeerssituaties kunnen fietsers bijvoorbeeld worden bijgestuurd en mensen die voornamelijk met de auto gaan, kunnen mogelijk worden gemotiveerd om met de fiets te gaan. Hierover zijn gesprekken gaande tussen de VU en de gemeente Alkmaar.

Het is uiterst belangrijk dat de privacy en veiligheid niet in het geding komen bij het verzamelen van alle data van personen. Een oplossing zou een directe verbinding zijn met de server van de betreffende onderzoeksinstelling via MoLAN. Dan blijven de data binnen een beveiligde omgeving.

Afgezien van veiligheid biedt MoLAN het voordeel dat de onderzoeker op locatie direct toegang heeft tot het netwerk van de instelling. Hij kan de zware data opslaan op de servers van de instelling en ze vrijwel zonder vertraging op zijn eigen apparatuur bekijken.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadsvrij

EINDHOVEN

3.10 Fontys Pedagogische Technische Hogeschool: Schetsen en ontwerpen op de bouwplaats en synchroon coachen

Waarom? De Fontys Pedagogisch Technische Hogeschool wilde bekijken wat er nodig is om buiten te leren, op een manier die minstens zo goed is als in een klaslokaal zonder technische hulpmiddelen. Specifiek bij het schetsen en ontwerpen op een bouwplaats. Om de uitdagingen van het ontwerpproces namelijk echt te ervaren, moeten studenten de opleiding Leraar Technisch Beroepsonderwijs met de schoenen in de modder staan. Een goede internetverbinding op de bouwplaats is dan noodzakelijk. Dit leidde tot een pilot om de mogelijkheden van 4G te onderzoeken.

Wat is er gedaan? Op de bouwplaats in een oud pompgebouw van Philips houden studenten van de Fontys Hogeschool zich bezig met oplossingen voor de uitdagingen die ontwerper Piet Hein Eek tegenkomt bij het ontwikkelen van moderne lofts in het oude gebouw. Bijvoorbeeld: wat doe je met een brandstoftank als slaapkamer? Die uitdagingen hebben de studenten op de locatie zelf ervaren. De studenten kregen een tablet met 4G om ter plaatse bouwtekeningen te bekijken, schetsen te maken en via videoconferencing te communiceren met de docent op afstand. De docenten konden direct feedback geven, vanaf een andere locatie. Op locatie beschikken de studenten over digitale bouwtekeningen, die ze downloaden van het learning management systeem Schoology. Na aanpassing werden ze daar ook weer geüpload.

Resultaat Documenten kunnen snel gedeeld en besproken worden met 4G. De leerlingen krijgen snel feedback en kunnen ter plaatse nog aanpassingen maken in de schetsen en ontwerpen. Ook zijn de documenten altijd up-to-date wat de kwaliteit van onderwijs ten goede komt. Studenten zijn enthousiast over de koppeling met de praktijk en krijgen door het leren op locatie een beter beeld van de beroepspraktijk. Deze manier van leren bleek ook meer motiverend voor studenten dan de traditionele manier van lesgeven.

De volgende stap die Fontys hoopt te kunnen doorvoeren, is de koppeling met eduroam, zodat er geen VPN-verbinding meer nodig is om bij de LMS van de hogeschool te kunnen.

Er is inmiddels ook een tweede pilot met 4G gestart met betrekking tot synchroon coachen. Leerlingen worden bij de Fontys Hogeschool steeds vaker op afstand gecoacht als zij in de praktijk bezig zijn, door middel van een oortje en videocommunicatie. Hiervoor is een 3G-verbinding vaak te traag. De coach en lerende mogen niet gehinderd worden door een instabiele of langzame verbinding. In dit pilotproject is bekeken of een 4G-verbinding plaats onafhankelijk en synchroon op afstand leren en coachen kan ondersteunen. De eerste, voorlopige bevindingen zijn positief.

Meer informatie is te vinden op: www.surf.nl/draadvrij

4 Lessons Learned en overall conclusies uit de beschikbare documenten en gesprekken

4.1 MoLAN in het hoger onderwijs en onderzoek

Onderwijs en onderzoek spelen zich steeds vaker af op plekken die buiten de grenzen van de campus, en ook het campusnetwerk liggen. Wifi is daar niet gegarandeerd en 3G-verbindingen zijn vaak niet voldoende om gebruik te maken van het nodige of gewenste video-, audio-, beeldmateriaal.

eduroam via wifi op de campus is een technologie die door veel instellingen naar grote tevredenheid gebruikt wordt. De bewezen functionaliteit van eduroam wordt door 4G verbreed tot buiten de grenzen van de campus. Voorheen konden beveiligde applicaties van instellingen al wel buiten de campus benaderd worden, maar daarvoor was het opzetten van een VPN-verbinding nodig. Een VPN vraagt relatief veel rekenkracht van de processor en is daardoor een aanslag op je batterij. De VPN-verbinding op een mobiel device wordt door MoLAN overbodig. Voor bijvoorbeeld laptops blijft de VPN-verbinding nog wel nodig.

Tot enige tijd geleden was het bovenstaande vooral een aanname. Tijdens verschillende pilotprojecten van SURFnet, KPN en instellingen in Amsterdam, Utrecht en Eindhoven, is gebleken dat 4G, zeker in combinatie met eduroam, technisch gezien goed werkt en dat het op verschillende vlakken meerwaarde biedt voor onderwijs en onderzoek.

4.2 Voordelen van het 4G-netwerk in het gebruik

Uit de pilotprojecten zijn verschillende bevindingen naar voren gekomen. Sommige, zoals hieronder gaan over de ervaring van het werken met 4G. Dit staat nog los van de vraag wat het kan betekenen voor het onderwijs of onderzoek.

- Het productienetwerk gaf (zoals verwacht) betere resultaten dan het testnetwerk
- De snelheid van 4G is hoger dan 3G, het werd door gebruikers beoordeeld als 'snel' en 'supersnel'
- 4G is stabiel dan 3G
- 4G zorgt voor flexibiliteit: altijd en overal realtime live kunnen streamen
- 4G levert kwalitatief hoogwaardig beeld bij live video streaming, zonder schokken of vertragingen.
- 4G geeft relatief weinig bufferstoringen
- Met 4G gaat de batterij vermoedelijk langer mee dan met 3G (met de juiste toestellen en software). Tests moeten dit nog definitief uitwijzen.
- Grote hoeveelheden data versturen met 4G gaat veel sneller dan met 3G, dus het kost minder tijd en de zenders hoeven minder lang aan te staan, wat energie bespaart.

4.3 Onderzoeks- en onderwijstoepassingen voor 4G en MoLAN

Er zijn verschillende toepassingen van 4G op mobiele devices voor onderwijs en onderzoek, ook met MoLAN. Als het gaat om onderwijs zien we bijvoorbeeld de volgende toepassingen:

- Studenten leren op locatie onderzoek doen, waarbij ze ter plekke toegang hebben tot (beeld)materiaal om analyses te doen;
- Docenten kunnen tijdens het veldwerk van de studenten op afstand, maar wel direct op momenten dat het nodig is, feedback geven via videoconferencing;
- Studenten kunnen materiaal (verrijkte kaarten, video's etc.) dat zij op locatie hebben gemaakt uploaden naar de campusomgeving, zodat de docent het materiaal kan bekijken en het materiaal kan bijvoorbeeld gedeeld worden via een learning management systeem;
- Studenten kunnen elkaar betrekken bij het doen van onderzoek op locatie, doordat zij aan elkaar raad kunnen vragen of resultaten kunnen presenteren, terwijl ze niet op dezelfde locatie zijn;
- Docenten kunnen op afstand meekijken met de student. Scherp beeld in HD-kwaliteit is in verschillende situaties belangrijk voor de docent en student om op afstand goed te kunnen overleggen, bijvoorbeeld bij een aandoening van een dier of tijdens het doventolken.
- Studenten volgen hoorcolleges/ weblectures vanaf plekken buiten de instelling, bijvoorbeeld in de trein of vanuit huis, bijvoorbeeld bij ziekte. Zij kunnen zelfs halverwege het college wisselen van plaats en het college toch zonder onderbreking volgen.
- Beelden die snelle (sport)bewegingen moeten weergeven, kunnen vanaf locaties buiten de instelling via de videotoepping van de instelling live worden uitgezonden.
- Navigatie: voor navigatie tijdens onderzoeksopdrachten en bijvoorbeeld een location based game is een stabiele en snelle verbinding ook noodzakelijk. 4G biedt hier een oplossing.

Als het gaat om onderzoek zien we de volgende toepassing:

- Onderzoekers kunnen met 4G meetinstrumenten in het veld snel verbinden. De lage latency van 4G is van meerwaarde als het gaat om systemen, die kleine berichten sturen vanaf sensoren op de mobiele telefoon (GPS, accelorometer, audio-informatie, externe

hartslagmeter etc.) naar de cloud, waar ze verwerkt worden tot feedback voor de sporter en coach.

4.4 Meerwaarde van 4G en MoLAN voor onderwijs en onderzoek

- De studiebelasting voor studenten is niet gestegen, terwijl de leerervaring verrijkt wordt. In plaats van alleen maar literatuur lezen en colleges volgen, wordt de tijd verdeeld over het volgen van colleges op de campus en het doen van onderzoek op locatie.
- Studenten kunnen verschillende vaardigheden (onderzoek doen, live-uitzendingen maken, tolken) op de meest relevante locatie opdoen, zodat de vaardigheden toenemen .
- De interactie met de content neemt toe; doordat studenten in de gelegenheid worden gesteld om opdrachten uit te voeren op locatie, zien we dat dit uitnodigt om actief met de stof aan de slag te gaan.
- Met behulp van MoLAN kunnen studenten bronnen snel combineren en betere vergelijkingen en analyses maken.
- De studenten zijn zelfstandiger aan het werk, maar tegelijkertijd wordt interactie en discussie met medestudenten en docenten gestimuleerd.
- Studenten krijgen van zowel docenten als medestudenten rijkere feedback.
- Het gemaakte materiaal kan sneller gedeeld, aangevuld en beoordeeld worden door docenten.
- Feedback van de docent komt op het juiste moment, omdat het van afstand is in te zetten op de momenten dat studenten het nodig hebben.
- Het bespaart de docent tijd, omdat (stage)bezoeken aan de student op locatie niet altijd face-to-face hoeven worden afgelegd.
- Studenten krijgen een beter beeld van de beroepspraktijk door op locatie aan het werk te gaan.
- In Amsterdam is er bij een aantal studentengroepen gekeken naar het verband tussen het gebruik van mobiele devices en MoLAN voor onderzoek op locatie en de behaalde cijfers. Hier was een duidelijke indicatie dat studenten die relatief hoog scoren, actiever zijn geweest op diverse omgevingen tijdens de pilot. Wel is een voorwaarde dat er sprake moet zijn van een goede integratie van het gebruik van mobiele devices in het onderwijsontwerp.
- Door een naadloze overgang van wifi naar 4G en andersom hoeven studenten geen deel van hoorcolleges te missen, zij kunnen bijvoorbeeld hun reistijd ook goed benutten.
- Het bespaart tijd voor de docent, omdat de docent niet meer van te voren materiaal hoeft te verzamelen en klaar te zetten op de mobiele toestellen die gebruikt worden in het onderwijs. Het materiaal staat klaar in een Learning Management Systeem (LMS).
- Het enthousiasme van studenten en docenten wordt door onderwijs dat ondersteund wordt door MoLAN/4G vergroot.

- De meeste studenten zien de meerwaarde van het gebruik van iPads in het onderwijs en zijn tevreden over het netwerk. (Bijvoorbeeld: bijna 77% van de studenten die deelnamen aan Cinematic City ziet de toegevoegde waarde van iPads en 4G netwerk voor het doen van onderzoek op locatie)
- Grote hoeveelheden data kunnen door de lage latency van 4G snel verwerkt worden tot feedback voor sporters en onderzoekers of coaches om sportprestaties te verbeteren en/of te motiveren. Dit opent deuren naar allerlei toepassingen, waarin het gedrag van mensen gemeten wordt en men real-time advies krijgt, bijvoorbeeld in verkeerssituaties, evenementen etc.

4.5 Welke meerwaarde levert MoLAN nog meer?

In verschillende pilotprojecten is MoLAN institutional traffic (de combinatie van 4G met eduroam) bekeken. Door de instellingen werd als voordeel ervaren dat de studenten op een laagdrempelige manier toegang hadden tot alle materialen, die nodig waren voor onderwijs. Één keer inloggen zorgt er in de praktijk voor dat de tablet of smartphone verbonden is.

De opdrachten die bijvoorbeeld in BlackBoard klaarstaan, kan de student nu op iedere plek bekijken. Ook kunnen resultaten van opdrachten vanaf elke plek worden geüpload in een van de systemen van de instelling.

Bovendien was het door MoLAN mogelijk om op de onderwijs-/onderzoeklocatie snel te switchen tussen beveiligde applicaties en internetbronnen, wat de analyses ten goede kwam. Beelden waarop auteursrecht rust, zijn niet openbaar beschikbaar, maar vaak wel via het campusnetwerk (en dus met eduroam op locatie te bekijken).

Er wordt verder gewaardeerd dat er met MoLAN goede beveiliging mogelijk is. Er worden ook mogelijkheden voor medewerkers van de instelling gezien, aangezien zij voortdurend met beveiligde (administratie)systemen werken, die niet via internet benaderbaar zijn.

4.6 Technische randvoorwaarden voor het gebruik van MoLAN

Wat er nodig is om gebruik te maken van MoLAN, is afhankelijk van de toepassing. Het volgende zijn generieke technische randvoorwaarden:

- Lichtpad (vast of via MSP)
- Eigen netwerk
- IP-(sub)reeks
- RADIUS server (nieuw of bestaand)

Het netwerk moet geconfigureerd worden; de Multi Service Port moet gepatcht worden, VLAN IDs ingesteld, de router/switch moet geconfigureerd worden, Firewall policies aangepast. Ook moet de authenticatie ingeregeld worden via RADIUS.

Zowel het aansluiten van MoLAN via de Multi Service Port als het configureren van de authenticatie is door participerende (netwerkbeheerders van) instellingen als eenvoudig ervaren.

Meer informatie: www.surf.nl/draadsvrij.

Vanuit de SURFnet RADIUS kregen de instellingen overigens tijdens de pilot geen user tracking (welk account gebruikt welk IP-adres?). Daardoor is het voor de instelling niet mogelijk om bijvoorbeeld bij virussen in te grijpen en de gebruiker van het netwerk te weren. Omdat de gebruikers bij MoLAN op het lokale netwerk van de instelling zitten, is dat wel een belangrijk punt. Voor opschaling is user tracking een wens vanuit de instellingen.

Om na het configureren van het netwerk en het regelen van authenticatie gebruik te kunnen maken van het netwerk, is nodig:

- 4G-geschikte simkaarten
- 4G-geschikte devices (tablets/smartphones)
 - o High quality camera, microfoon, speaker
 - o HD display van voldoende grootte, zeker als met weblectures het beeld in tweeën gesplitst wordt (video en presentatie)

In sommige gevallen is tijdens de pilots ook gebruik gemaakt van een 4G-dongle. Deze dongles zijn ook bepalend voor de snelheid en niet allemaal bleken ze geschikt.

Bij gebruik van MoLAN zijn verder voldoende eduroam user accounts nodig.

Ook de benodigde software moet aanwezig zijn. Uiteraard afhankelijk van de toepassingen, maar denk aan software voor videoconferencing, apps voor streaming, webcast encoder, mobiele versies van onderwijstoepassingen (zoals BlackBoard) etc. Daarbij moet ook een afweging gemaakt worden of er gekozen wordt voor een online webvariant of een native app.

Er moet rekening worden gehouden met aanzienlijk dataverbruik. Over dataverbruik is echter niet in iedere pilotproject iets opgenomen. Er zijn wel enkele indicaties voor verbruik. Voor de live sportuitzending bij Olympos in Utrecht is bijvoorbeeld 480 MB verbruikt. En bij Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht heeft men op basis van de in de pilot verbruikte 14.84 MB per persoon per werkdag, een voorspelling gedaan voor jaarlijks verbruik. Dat zou liggen op 72.64 GB voor 25 personen in een jaar. Bij het vak Cinematic city aan de Vrije Universiteit Amsterdam werd BlackBoard

veel gebruikt, wat tussen de 12 en 22 MB per groepje van 3 studenten dataverbruik opleverde. Foto's werden in wisselende mate gebruikt en liep op tot 24MB per groepje van 3 studenten.

4.7 Ondervonden problemen

4G-specifiek

- Omdat er tijdens de pilotprojecten nog geen landelijke dekking van 4G was, liep men daar in een enkel geval tegenaan. Inmiddels is dit geen issue meer.
- Niet alle in omloop zijnde devices zijn geschikt voor 4G. In het pilotproject werkte men met speciaal verstrekte devices, maar dat hield in dat studenten soms twee toestellen mee moesten nemen naar de locatie.
- Indoor (in gebouwen) is de dekking niet altijd optimaal. Wellicht biedt een lagere frequentie of Distributed Antenna Systems hier een oplossing.. Dit was overigens vooral het geval bij het testnetwerk (2600MHz) en minder of niet op het productienetwerk (800MHz).
- Dongles zijn niet allemaal geschikt: de stabiliteit van de één en snelheid van de ander bleken niet toereikend voor de uitzending van sportwedstrijden. Uiteindelijk werd daarvoor een vaste 4G router gebruikt.
- Roaming is nog niet naadloos (de overgang van wifi naar 4G gaat niet altijd goed). Tablets en smartphones zijn zo geprogrammeerd dat er zo lang mogelijk (gratis) wifi verbinding is, terwijl (betaald) 4G dan soms al beter is. Voor kwaliteit is dit niet altijd bevorderlijk.
- De 4G downloadsnelheid is goed, maar fluctueert.
- In eerste instantie werden de gebruikte smartphones erg heet. Bij het productienetwerk en door gebruik van andere toestellen is dit verholpen.

NIET 4G-specifiek, maar wel van invloed op het resultaat van het pilotproject

Andere zaken dan de 4G-verbinding zelf zorgen vaak voor problemen, bijvoorbeeld:

- Soms werken software, apps of (mobiele) websites als bottleneck.
 - o Niet alle applicaties zijn geschikt voor live streamen, goede videoconferencing.
 - o Niet alle software is geschikt, bijvoorbeeld voor twee actieve schermen op kleinere mobiele devices .
 - o Navigatie vanuit de mobiele site van Blackboard werkt niet goed. De app is stabiel en wordt aangeraden.
 - o Niet alle beeldbanken, die als achtergrondmateriaal gebruikt moesten worden door studenten, hadden een app die geschikt was voor de desbetreffende tablet.
 - o Sommige informatiebronnen en apps worden niet onderhouden. Studenten krijgen dan niet werkende verwijzingen mee.
- Displays van smartphones zijn soms te klein.

- Displays zijn buiten, in de zon, niet altijd leesbaar (hoewel dit met nieuwere devices beter lijkt te zijn).
- De batterijduur van de mobiele devices is soms te kort voor de doeleinden, andere toestellen boden een oplossing (met name bij gebruik in het testnetwerk).
- GPS is niet altijd even nauwkeurig. Er is met name commentaar op de Android devices (slechte navigatie).
- Er was geen aansluiting bij devices van studenten. Zij willen wel gebruik maken van een leen-toestel, als dit echt voordelen oplevert. Maar wanneer zij hun eigen toestel kunnen gebruiken, heeft dat de voorkeur (scheelt ook kosten). In het pilotproject kon men met het 4G toestel niet bellen en werd daarom soms niet meegenomen.
- De vaardigheden van studenten m.b.t. het gebruik van mobiele devices lopen uiteen en dat zorgt ervoor dat studenten op elkaar moeten wachten en het werk vertraging oplevert. Er wordt zelfs geopperd dat er op papier meer opdrachten in dezelfde tijd gemaakt kunnen worden. Meer praktijkervaring moet uitwijzen of dit bijvoorbeeld door instructie is opgelost. Instructieclips zijn waarschijnlijk behulpzaam.
- Studenten maken niet altijd diepgaand gebruik van alle bronnen om goede analyses te maken. Ondersteuning of het afstemmen van de cijfers (lagere cijfers wanneer niet voldoende diepgaand gebruik wordt gemaakt van alle bronnen) kan helpen.
- Docenten zijn soms sceptisch, ook omdat mobiele devices vaak niet ingebed zijn in de huidige didactiek. Dat vergt aandacht en voorbereiding.
- Bij het gebruik van tablets hebben studenten de handen niet vrij, wat het soms lastig maakt om bijvoorbeeld aantekeningen te maken. Een standaard kan wellicht uitkomst bieden voor bepaalde opdrachten op locatie.
- Het geluid van de omgeving kan soms het geluid van een presentatie of uitleg van een docent via videoverbinding overstemmen. Hier zijn koptelefoontjes (bluetooth) handig.
- Videobellen wordt gezien als een functionaliteit met veel meerwaarde in het (praktijk)onderwijs, maar het huidige onderwijs is er niet op ingericht.
- Het gebruik van foto en video kan een positief effect hebben op het leerproces. Opslag van foto en video werd in sommige gevallen gedaan in Dropbox. Hier kwam vanuit de instellingen echter kritiek op, vanwege privacy. Een goed alternatief is SURFdrive.
- De pilots waarbij de integratie in het onderwijsontwerp minder goed geslaagd is, laten ook een minder positief resultaat zien dan de pilots, waarbij in het onderwijsontwerp echt rekening gehouden is met mobiele devices. Ervaring leert dat het integreren in het onderwijsontwerp tijd vergt, maar dat het daarna vruchten afwerpt (goede ondersteuning neemt immers werk uit handen).
-

4.8 Tips voor instellingen die met MoLAN aan de slag gaan:

Als het gaat om de techniek:

- Begin op tijd met de voorbereidingen en houd rekening met vakanties. Door pre-tests en onverwachte zaken is het belangrijk om voldoende tijd te rekenen, voordat de 4G-toepassing in het onderwijs wordt ingezet.
- Doe eerst een pre-pilotproject om werking techniek te testen .
- Onderzoek eerst welke randapparatuur (tablets en smartphones, dongles) en apps het meest geschikt zijn; wanneer pilotproject wordt ingestoken met een device of app die niet werkt, terwijl een alternatief beschikbaar is, zullen gebruikers afhaken.
- Denk ook aan goede afspraken met de leverancier over bandbreedte, anders wordt het effect van 4G alsnog teniet gedaan.
- Zorg voor voldoende tablets/smartphones. Samenwerking vergt erg goede afstemming tussen de studenten en aantekeningen kunnen niet op de tablet gemaakt worden terwijl de ander de tablet gebruikt.
- Probeer aan te sluiten bij de devices die studenten/onderzoekers al hebben. Een extra toestel meenemen om van 4G gebruik te kunnen maken, zal niet de voorkeur hebben.
- Bij vermoedens dat er netwerkproblemen zijn: gebruik Speedtest en de handleiding van SURFnet. Informeer ook direct de aanbieder in een dergelijk geval.
- De techniek moet niet bij de docenten liggen; daarvoor is ondersteuning nodig.

Als het gaat om de gebruikers:

- Wees voorbereid op afhakers; denk na over de vraag hoe studenten en docenten van de opleiding en het vak enthousiast te krijgen/houden? Soms ligt dat in een bijzondere locatie of samenwerking met een bekende ontwerper (zoals pilotproject Fontys).
- Begin met enthousiaste docenten, die meedenken over de inzet en de meerwaarde
- Zorg voor voldoende ondersteuning voor gebruikers (technisch en didactisch), bijvoorbeeld in de vorm van:
 - eerste- en tweedelijns support (instelling eerste lijn, telecomprovider tweede lijn).
 - Manuals, instructieclips.
- Zorg ook voor back-up materiaal voor het onderwijs op locatie in de vorm van papier, omdat netwerkproblemen nooit helemaal uit te sluiten zijn.
- Zorg voor begeleiding van studenten als het gaat om de vraag: hoe kan je inhoudelijk gezien optimaal gebruik maken van het materiaal op locatie via tablets/smartphones.
- Geef docenten didactisch advies en ondersteuning bij integratie in hun onderwijsontwerp

- Probeer te kijken naar herziening van het huidige onderwijsconcept/-ontwerp om functionaliteiten zoals videobellen en toegang tot alle bronnen binnen en buiten de instelling echt een kans te geven in het onderwijs.
- Docenten kunnen worden meegenomen in de vraag hoe mobiele devices een rol kunnen spelen in onderwijs.

4.9 Opschaling

Bij opschaling spelen aan de kant van de instellingen nog wel enkele issues. Het onderwijsconcept moet bijvoorbeeld in veel gevallen aangepast worden en voorbereid zijn om op een zinvolle manier gebruik te maken van mobiele technologie in het onderwijs.

Ook wordt er opgemerkt dat geschikte devices en 4G-abonnementen duur zijn voor studenten en dat studenten niet te dwingen zijn om voor onderwijs een abonnement aan te schaffen. Bij instellingen is er geen eindeloos budget voor dit soort zaken. Wellicht kan gekeken worden naar hoe studenten verleid kunnen worden om over te stappen op 4G door voordelige abonnementen en de aanschaf van geschikte devices met korting.

Ook voor instellingen zijn de abonnementen vaak duur en onvoorspelbaar wat betreft kosten. Een vraag die opkomt, is: wat zijn de limieten van de databundels? Want wat gebeurt er als men over de limiet heengaat? Meestal lopen dan de kosten ook snel op en komen gebruikers/de instellingen voor verrassingen te staan.

Ook als het gaat om security kunnen bij opschaling vragen verwacht worden (van de security officers bij instellingen), zoals hoe goed is 4G af te luisteren en hoe veilig is het ten opzichte van two-step-authenticatie, want nu kan men met alleen gebruikersnaam en wachtwoord op het interne netwerk komen vanaf elke willekeurige plek in Nederland. Duidelijkheid hierover is van belang om opschaling te kunnen bevorderen.

4.10 Conclusies

Algemeen: positief beeld

De resultaten van de pilots laten een positief beeld zien. Er zijn praktische voordelen te halen en ook voor didactische meerwaarde zijn aanknopingspunten gevonden. En niet geheel onbelangrijk: de pilotprojecten hebben de betrokkenen aangezet om na te denken over oplossingen voor de leerpunten en over nieuwe toepassingen. De mogelijkheden voor opschaling vormen nu het volgende punt dat verkend moet worden.

De pilotprojecten hebben laten zien dat de technologie over het algemeen in de praktijk goed werkt, hoewel de overschakeling tussen wifi en 4G nog niet altijd naadloos verloopt. De pilotprojecten

hebben ook laten zien dat er gebruiksgemak wordt gecreëerd, doordat 4G zorgt voor snellere en betere verwerking van data zoals foto-, kaarten- en videomateriaal en dat er minder batterijverbruik is met 4G dan met 3G,

Voordelen voor onderwijs

Daarnaast hebben 4G en MoLAN in de onderwijspraktijk ook daadwerkelijk voordelen, zoals (reistijd- en nakijk-tijd)besparing voor docenten en studenten. Maar niet alleen in tijd zijn er voordelen, er worden nieuwe mogelijkheden gecreëerd die mogelijk de resultaten van studenten verbeteren. Er is een indicatie dat onderzoeksvaardigheden verbeteren, doordat studenten in het veld onderzoek kunnen uitvoeren, terwijl zij ter plekke over relevante bronnen kunnen beschikken. Studenten krijgen ook een beter beeld van de beroepspraktijk. Niet in de laatste plaats is een van de opbrengsten dat studenten en docenten erg enthousiast worden van het gebruik van mobiele devices via 4G en in combinatie met eduroam.

Door de koppeling met eduroam hebben studenten met MoLAN ook daadwerkelijk de beschikking over alle bronnen, niet alleen openbare, maar ook bronnen die ontsloten worden vanuit de beveiligde campusinfrastructuur van de instelling. Studenten kunnen informatie uitwisselen en discussiëren en gemaakte opdrachten uploaden naar het aangewezen (beveiligde) systeem van de instelling. Cijfers gaan bij studenten ook omhoog, laten eerste ervaringen zien.

Voordelen voor onderzoek

Op het gebied van onderzoek kan 4G worden ingezet voor het verzamelen van data, het versturen daarvan naar een server en de data na analyse als feedback weer teruggeven. In de pilots is dat getest met sporters, maar er zijn allerlei nauwkeurige metingen mogelijk aan mensen, apparaten, situaties etc. Als het gaat om vertrouwelijke gegevens, is MoLAN van belang, zodat gegevens op de afgeschermdes servers van een instelling terecht komen.

Leerpunten

Leerpunten zijn er uiteraard ook. Vaak liggen problemen niet zozeer in de techniek; 4G en MoLAN werken zonder noemenswaardige problemen. De indoor-dekking is wel een aandachtspunt, net als de nu in omloop zijnde devices die vaak nog niet geschikt zijn voor 4G. Bovendien hebben de devices vaak ongeschikte displays voor de onderwijsdoeleinden. GPS blijkt niet altijd nauwkeurig en bepaalde software en apps werken niet goed op de mobiele devices.

Meer lessen zijn er geleerd aan de didactische en proceskant, niet als het gaat om de techniek zelf. Studenten hebben bijvoorbeeld meer instructie nodig dan vaak vooraf verwacht; instructieclips zijn waarschijnlijk behulpzaam. Heel praktisch wordt het als het gaat om het geluid dat zonder oordopjes

slecht te volgen is op een drukke onderzoekslocatie en displays die slecht zichtbaar zijn in de zon. Ook lijken goede, veilige opslagmogelijkheden, met name voor het delen van foto- en videomateriaal, nog te ontbreken wat het gebruik van Dropbox tot gevolg heeft. Goede planning en ondersteuning zijn eveneens belangrijke aandachtspunten, die tijdens de pilots naar voren zijn gekomen.

Hoe nu verder?

Bij opschaling spelen aan de kant van de instellingen nog wel enkele issues. Het onderwijsconcept moet bijvoorbeeld in veel gevallen aangepast worden en voorbereid zijn om op een zinvolle manier gebruik te maken van MoLAN in het onderwijs. Docenten moeten hierin goed worden begeleid en zij kunnen ook goed meedenken over de usecases en over de mogelijkheden die MoLAN biedt. Ook als het gaat om security kunnen bij opschaling vragen verwacht worden. Daarnaast worden betaalbare, geschikte devices en voordelige abonnementen voor docenten en studenten nog gemist.

De functionaliteit MoLAN is ontwikkeld door SURFnet en KPN. Alle resultaten van deze samenwerking worden transparant gedeeld. T-Mobile en KPN bieden de dienst vanaf eind november 2014 al aan. SURFnet is ook in gesprek met andere telecomproviders over het aanbieden van deze dienstverlening.