

5G H.E.A.L.T.H.

WHITEPAPER

2023-2026

Projectpartners:













Met steun van:



INHOUD

1. Inleiding 4

2. Probleemstelling 5

3. Werkplan 6

4. Uitbouw MPN 5G reference architectuur - smartnodes 7

5. 5G Use cases 10

5.1. Draadloze kritische zorgcommunicatie en alarmering 10

5.2. Patiënten monitoring door middel van biosensoren en 5G netwerk 14

5.3. 5G ondersteunde DICOM-assistent voor pre-operatieve planning 16

5.4. Remote robotics - robot aangestuurd vanop afstand 18

5.5. AI gebaseerde de-escalatietraining voor zorgpersoneel 19

5.6. Mobiel streaming device 21

6. Oprichting 5G Experience center 24

7. Het organiseren van opleidingsprogramma's voor zorgprofessionals 26

8. Analyse en conclusie 28

9. Referenties 30

10. Colofon 31

1. INLEIDING

Het 5G H.E.A.L.T.H. project (High-speed Enabled Advanced Life-Saving 5G Technological Hospital) is een door de federale overheid gesubsidieerd project (2023-2026), ter bevordering van de uitrol en implementatie van 5G in België.

Het projectconsortium bestaat uit de volgende partners, onder leiding van AZ Groeninge VZW: Proximus NV, NorthStone NV (OneBonsai), mediAVentures Remote-OR BV, Televic NV, Katholieke Hogeschool VIVES Zuid VZW.



Figuur 1: projectpartners, bron Proximus NXT

Het 5G H.E.A.L.T.H. project focust op 4 strategische doelstellingen:

- het opzetten van een referentiearchitectuur voor 5G in ziekenhuizen,
- experimentele ontwikkeling & innovatie door praktijkgerichte 5G use cases te testen: een samenwerking tussen industrie, ziekenhuizen, technologiepartners & onderwijs,
- het ontwikkelen van een 5G Experience Center waar andere zorgorganisaties en industrie de mogelijkheden van het 5G netwerk kunnen testen,
- het organiseren van opleidingsprogramma's voor zorgprofessionals.

Door het gebruik van een privaat 5G netwerk op een ziekenhuiscampus en het testen en implementeren van innovatieve 5G use cases, worden de mogelijkheden van 5G onderzocht en speelt het project in op de toenemende behoefte aan efficiëntere en geavanceerdere zorgoplossingen.

Deze white paper vat het projectverloop en de resultaten samen. Na het formuleren van de probleemstelling, wordt de aanpak stap voor stap toegelicht: de uitbouw het MPN (Mobile Private Network) referentiearchitectuur voor 5G in een ziekenhuis en de concrete uitwerking van innovatieve use cases. Als lezer ontdek je hoe 5G kan bijdragen aan uiteenlopende toepassingen zoals biosensoren voor patiëntmonitoring, draadloze communicatie in kritische zorgsituaties, mobiele streaming, remote robotics en AI-ondersteunde training. Daarnaast krijg je zicht op de oprichting en mogelijkheden van het 5G Experience Center en de organisatie van opleidingsprogramma's voor zorgprofessionals.

2. PROBLEEMSTELLING

De gezondheidszorg staat voor steeds complexere uitdagingen: enerzijds een toenemende zorgvraag door vergrijzing en complexere pathologieën, anderzijds een structureel tekort aan zorgprofessionals en middelen (Poels, 2024). Dit leidt tot druk op de kwaliteit, veiligheid en efficiëntie van de zorg. Traditionele digitale infrastructuren (zoals wifi en 4G) voldoen niet langer aan de hoge eisen van moderne toepassingen zoals robotchirurgie, real-time monitoring en geavanceerde trainingssimulaties (Sagae et al., 2025).

Het 5G H.E.A.L.T.H. project zet 5G technologie in om baanbrekende toepassingen in een ziekenhuisomgeving te ontwikkelen en te testen. Door de implementatie van een privaat 5G netwerk worden nieuwe zorgmodellen mogelijk, zoals zorg op afstand, verbeterde klinische communicatie, diagnostiek en geavanceerde trainingsprogramma's (Moore et al.,2022).

Daarnaast is er een duidelijke nood aan nieuwe opleidingsvormen en multidisciplinaire samenwerking. Ziekenhuizen en technologiepartners willen innovatieve oplossingen testen en implementeren (Devi et al., 2023). Zonder een betrouwbaar, schaalbaar en veilig netwerk ontbreekt de basis om deze innovaties duurzaam te integreren.

5G-technologie biedt unieke mogelijkheden om deze knelpunten te verhelpen: lage latency voor kritieke communicatie, hoge bandbreedte voor real-time beeldvorming en robuuste connectiviteit voor zorg op afstand. Toch is er nog onvoldoende inzicht in hoe 5G concreet kan worden toegepast in een ziekenhuiscontext, welke technische en organisatorische randvoorwaarden nodig zijn en welke meerwaarde dit oplevert voor patiënten en zorgprofessionals (Elendu et al., 2024).

Het 5G H.E.A.L.T.H. project vertrekt vanuit deze uitdaging en onderzoekt:

- Hoe een referentiearchitectuur voor 5G in ziekenhuizen kan worden opgezet.
- Welke praktijkgerichte use cases haalbaar en relevant zijn voor zorg op afstand, klinische communicatie, diagnostiek en opleiding.
- Hoe een 5G Experience Center kan dienen als test en leeromgeving voor ziekenhuizen en industrie.
- Op welke manier opleidingsprogramma's zorgprofessionals kunnen voorbereiden op digitale zorg en nieuwe technologieën.

De centrale onderzoeksvraag luidt: **Hoe kan 5G-technologie, in combinatie met AR, VR en AI, bijdragen tot efficiëntere zorgcommunicatie, betere patiëntenzorg en innovatieve opleidingsmethoden, en welke voorwaarden zijn noodzakelijk om deze toepassingen duurzaam te integreren in de Belgische gezondheidszorg?**

De inzichten uit dit project zullen niet alleen de zorg verbeteren, maar ook als leidraad dienen voor de bredere sector. Dit initiatief onderstreept de kracht van digitalisering en multidisciplinaire samenwerking om een efficiëntere en duurzamere gezondheidszorg te realiseren.

3. WERKPLAN

Multidisciplinaire teams, met partners van een algemeen ziekenhuis, industrie, een netwerkprovider en een kennisinstelling, werken nauw samen aan het ontwerpen, ontwikkelen en valideren van innovatieve 5G toepassingen. Alle oplossingen worden eerst getest in een gecontroleerde omgeving, zoals het 5G Experience Center en diverse pilootopstellingen, voordat ze in de klinische praktijk worden uitgerold.

Deze samenwerking volgt een gestandaardiseerde en iteratieve aanpak:

- De doelstellingen en vereisten worden eerst nauwkeurig gedefinieerd, inclusief technische parameters zoals bijvoorbeeld benodigde latency voor real-time aansturing en vereiste bandbreedte voor videotoepassingen.
- Via een uitgebreide literatuurstudie worden relevante best practices en referentiekaders in kaart gebracht.
- Op basis hiervan worden gedetailleerde stappenplannen opgesteld die de implementatie van de beoogde toepassing structureren.
- Vervolgens worden prototypes getest en wordt systematisch feedback verzameld.
- Geïdentificeerde knelpunten worden geanalyseerd en vertaald naar concrete verbeteroplossingen.
- Tot slot wordt de toepassing gefaseerd geïmplementeerd in de klinische context.

Deze consistente en methodische aanpak zorgt ervoor dat zowel de uitbouw van het private MPN 5G netwerk als de ontwikkeling van de bijhorende use cases gecontroleerd en volgens plan kunnen verlopen, met ingebouwde maatregelen om eventuele uitdagingen tijdig op te vangen.

In onderstaande tekst wordt eerst de uitbouw van het MPN 5G netwerk beschreven, en vervolgens de aanpak van de diverse 5G use cases.



Figuur 2: visualisatie MPN, bron Proximus NXT

4. UITBOUW MPN 5G REFERENCE ARCHITECTUUR - SMARTNODES

Een Mobile Private Network (MPN) 5G biedt zorginstellingen een toekomstbestendige en uiterst betrouwbare infrastructuur voor digitale toepassingen. In een zorgcontext is gegarandeerde connectiviteit cruciaal: verpleegoproepen, medische IoT-apparaten en andere kritieke communicatiestromen moeten altijd en overal beschikbaar zijn. Een MPN zorgt voor deze stabiele en voorspelbare dekking, onafhankelijk van publieke netwerken. MPN-5G kan bijdragen aan voorspelbare prestaties (ultra-lage latency/jitter/packet loss) voor real-time toepassingen zoals remote assistance en XR-training. Voor (toekomstige) telesurgery-scenario's is niet één 'netwerkparameter' bepalend, maar de volledige end-to-end keten (encoding/processing/security + netwerk) én klinische veiligheidsprocedures.. Deze toepassingen vereisen onmiddellijke respons en kunnen enkel veilig functioneren binnen een netwerk dat minimale vertraging garandeert. Op het vlak van gegevensbescherming biedt een MPN eveneens duidelijke voordelen. Lokale verwerking en opslag ondersteunen privacy-by-design (minder datatransfers en betere controle). GDPR-compliance vereist echter bijkomend beleid en maatregelen (o.a. rechtsgrond, DPIA, toegangsbeheer, logging, bewaartermijnen, verwerkersafspraken en incidentprocessen). Dit project faciliteert die compliance door de data-flow zo veel mogelijk lokaal te houden en security-controles te ondersteunen. Bovendien maakt het netwerk een duidelijke scheiding mogelijk tussen operationele technologie (OT) zoals medische apparatuur en andere IT-systemen met patiëntendata, wat de veiligheid en controle verder versterkt. Door deze combinatie van betrouwbaarheid, realtime prestaties en dataveiligheid vormt een Mobile Private Network een robuuste, veilige en performante infrastructuur voor de digitale zorgtoepassingen van vandaag én morgen.

De **architectuur van een Mobile Private Network voor 5G** steunt op vier fundamentele pijlers:

- De eerste pijler is het **Radio Access Network** (RAN), het geheel van antennes en radio-componenten dat de draadloze dekking verzorgt. Binnen zorginstellingen wordt gebruikgemaakt van indoor antennesystemen zoals Distributed Antenna System (DAS), Remote Radio Unit (RRU) en Baseband Unit (BBU) om betrouwbare dekking te garanderen in operatiezalen en andere kritieke zones. Voor de verbinding met het publieke netwerk worden macro-sites geïntegreerd via een Multi-Operator Core Network (MOCN) of via network slicing, zodat gebruikers naadloos kunnen bewegen tussen interne en externe locaties (intra- en extramuraal).

- De tweede pijler is de **Private Core**, die on-premises wordt geplaatst. Deze kerncomponent fungeert als een lokaal "Network in a Box": alle dataverwerking gebeurt ter plaatse, wat zowel de prestaties als de dataprivacy ten goede komt. Bovendien blijft het netwerk operationeel bij een storing op de Wide Area Network (WAN)-verbinding, waardoor kritieke zorgprocessen niet worden onderbroken.

- De derde pijler omvat **Connectiviteit en Operations & Maintenance** (O&M). Glasvezelverbindingen vormen de ruggengraat tussen het RAN en de private core en zorgen voor hoge capaciteit en lage latency. Voor het beheer en de bewaking van de netwerkprestaties wordt gebruikgemaakt van monitoringplatformen zoals Digital Access Platform (DAP) en tools zoals Netcool en ServiceNow (SNOW), die helpen bij het opvolgen van incidenten en het garanderen van de afgesproken Service Level Agreements (SLA's).

- Tot slot vormt **Security** de vierde pijler. De netwerkarchitectuur volgt het Purdue-model, een gelaagd beveiligingsmodel dat segmentatie afdwingt tussen OT (Operational Technology) en IT

(Information Technology), zodat storingen of cyberincidenten in het ene domein het andere niet kunnen beïnvloeden. Daarnaast worden ongeautoriseerde antennes of zenders actief gedetecteerd, en worden de beveiligingsstandaarden van 3GPP (3rd Generation Partnership Project) toegepast om de integriteit en vertrouwelijkheid van het netwerk te waarborgen.

De implementatie van een MPN 5G in AZ Groeninge door Proximus verloopt in verschillende zorgvuldig geplande stappen. Het proces start met een designfase en een site-survey, waarbij de huidige dekking in kaart wordt gebracht en wordt bepaald waar antennes en glasvezelverbindingen nodig zijn. Ook wordt bekeken welke vormen van redundantie vereist zijn om de continuïteit van kritieke zorgprocessen te garanderen. Daarna volgt de staging en installatie, waarbij alle hardware en software eerst in een gecontroleerde labo-omgeving worden voorbereid en getest. Dit zorgt ervoor dat de componenten optimaal functioneren voordat ze op de ziekenhuislocatie worden uitgerold. In de daaropvolgende fase worden de systemen geconfigureerd en geïntegreerd. Het MPN wordt gekoppeld aan bestaande infrastructuur, vervolgens wordt het volledige systeem getest en gevalideerd. Hierbij worden key performance indicatoren (KPI's) gemeten en worden toestellen en toepassingen gecontroleerd op compatibiliteit en betrouwbaarheid. Tot slot gaat het netwerk live en start de continue monitoring. De prestaties worden actief opgevolgd en vergeleken met de afgesproken kwaliteitsniveaus (SLA's), zodat eventuele problemen snel kunnen worden gedetecteerd en opgelost.



Figuur 3: Datacenter AZ Groeninge, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Proximus voorziet ook een **hybride zorgscenario** (in functie van de use case remote monitoring), **waarbij patiënten zich buiten de muren van het ziekenhuis bevinden** en het MPN 5G dezelfde veiligheid, betrouwbaarheid en datakwaliteit biedt als binnen AZ Groeninge. Via een speciaal afgeschermde verbinding op het private 5G netwerk, een dedicated Access Point Name (APN), kunnen draagbare biosensoren van patiënten rechtstreeks en beveiligd communiceren met de private core van het ziekenhuis. Hierdoor worden vitale parameters continu doorgestuurd zonder dat de gegevens via het gewone internet reizen. Het zorgteam kan patiënten op afstand opvolgen met dezelfde zekerheid, stabiliteit en dataveiligheid als bij monitoring binnen het ziekenhuis.

Binnen deze hybride architectuur spelen Nokia Smartnodes een belangrijke rol. Dit zijn compacte indoor small cells die 5G SA ondersteunen. Ze bieden lokale, hoogwaardige radiodekking in kritieke zones zoals operatiekamers, intensieve zorgafdelingen en conferentieruimtes, waar de dekking van macro-antennes vaak onvoldoende is of waar gegarandeerde kwaliteit van dienstverlening noodzakelijk is. Deze Smartnodes worden ook ingezet in thuiszorgsituaties, waar ze een gecontroleerde en beveiligde 5G-omgeving creëren die rechtstreeks met de private core van het ziekenhuis communiceert.

De technische integratie van Smartnodes in een MPN-omgeving verloopt via een vaste internetlijn (fixed internet acces, FIA). Het dataverkeer wordt beveiligd via IPsec-tunnels die rechtstreeks naar de MPN-core leiden. Voor extra veiligheid worden managementverkeer en gebruikersverkeer strikt gescheiden en gebeurt certificaatbeheer via Nokia of een PKI-systeem (public key infrastructure). Een Security Gateway op de campus vormt de beveiligde toegangspoort tot de private core.

De configuratie en provisioning van Smartnodes gebeurt via Nokia's cOAM-platform (cloud Operations, Administration & Maintenance), dat Zero-Touch provisioning ondersteunt. Hierdoor kunnen instellingen zoals cell-ID, frequenties, firmware en monitoring volledig op afstand worden beheerd. De Smartnodes leveren private indoor cells die via FIA en IPsec met de MPN-core verbonden zijn. Voor mobiliteit, zowel binnen als buiten de campus, wordt gebruikgemaakt van MOCN of slicing, zodat toestellen naadloos kunnen overschakelen tussen private en publieke dekking.

In de operationele omgeving registreren Smartnodes zich bij de on-premise MPN-core (bijvoorbeeld van Druid) via de campusrouter en de Security Gateway. Monitoring gebeurt via Meraki, terwijl prestatie-indicatoren worden opgevolgd via DAP.

Tot slot is monitoring beperkt tot incidentgedreven processen; provisioning en support verlopen via cOAM en afgesproken flows.



Figuur 4: kenmerken 5G, bron Proximus NXT

5. 5G USE CASES

In het 5G H.E.A.L.T.H. project worden zes praktijkgerichte 5G use cases ontwikkeld, getest en geëvalueerd, om de mogelijkheden van 5G te onderzoeken en zo tot innovaties in de gezondheidszorg te komen.

De 5G use cases situeren zich in drie domeinen:

- zorg op afstand,
- klinische communicatie en data,
- training en opleiding.

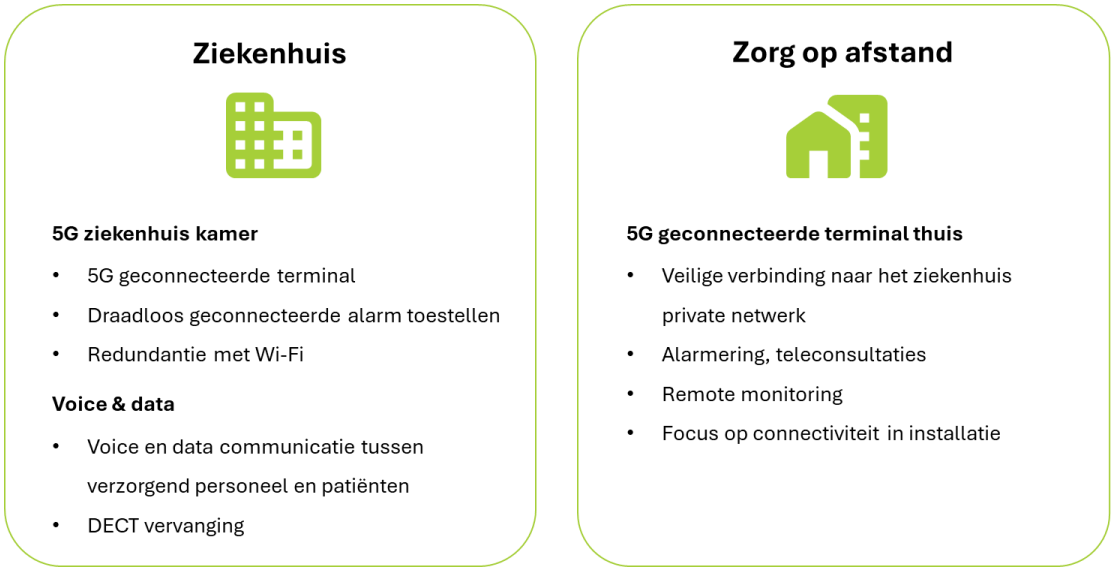
5.1. DRAADLOZE KRITISCHE ZORGCOMMUNICATIE EN ALARMERING

In deze use case wordt een draadloos zorgcommunicatiesysteem onderzocht, geïmplementeerd en uitgerold in AZ Groeninge, door Televic en Proximus. Concreet wordt een draadloze kamer gecreëerd met focus op een nieuwe kamer terminal. Deze kan alarmen in de kamer afhandelen, laat toe om voice/video gesprekken op te zetten en ook informatie over de patiënt weer te geven. Verder wordt de mobiele draadloze communicatie bestudeerd, om naadloze handovers te doen tussen de access punten, zonder verlies aan gesprekskwaliteit. Veiligheid, betrouwbaarheid en privacy zijn uitermate belangrijk. Betrouwbare voice communicatie over private 5G biedt een alternatief om klassieke DECT-systemen uit te faseren (kostenbesparend tot wel 20%). Zo worden de voordelen van mobiele apps en betrouwbare telefonie gecombineerd.

Televic ontwikkelt oplossingen voor kritische zorgcommunicatie in ziekenhuizen en rusthuizen. Dit omvat een zorgcommunicatie platform – AQURA - voor alarmering van patiënten, verpleegoproep, lokalisatie, en communicatie tussen patiënten en verpleegkundigen maar ook tussen zorgprofessionals onderling. Dergelijke systemen zorgen ervoor dat de communicatie tussen patiënt en zorgverleners alsook tussen zorgverleners zo efficiënt mogelijk kan verlopen. In alle ziekenhuizen in België, maar ook wereldwijd, zijn dergelijke systemen meestal bedraad geïnstalleerd, vanwege de hoge betrouwbaarheidsvereisten. Door gebruik te maken van bestaande bekabeling en door de hoge infrastructuur vereisten zijn er beperkingen om uitbreidingen te doen of nieuwe applicaties toe te voegen.

Met 5G kunnen **betrouwbare draadloze alarm en zorgcommunicatiesystemen** worden geïmplementeerd, waardoor **efficiënte communicatie** tussen zorgverleners onderling en met patiënten mogelijk wordt. Dit kan de respons- en wachttijden verbeteren, wat essentieel is in noodsituaties; zowel binnen als buiten het ziekenhuis.

Tot slot wordt ook bekeken hoe zo'n mobiele oplossing kan ingezet worden in de use case van remote monitoring van patiënten in hun thuisomgeving. Deze technologische evolutie leidt tot een meer duurzame en efficiënte oplossing voor de zorg.



Figuur 5: 5G ziekenhuiskamer – 5G geconnecteerde terminal thuis, bron Televic

Eerst wordt het ontwerp van een nieuwe draadloze 5G geconnecteerde room terminal afgewerkt. De specificaties worden opgesteld in samenspraak met AZ Groeninge en Proximus, wat resulteert in technische vereisten. Vervolgens beoordelen we verschillende 5G modules (Quectel, Sierra Wireless, Telit, Simcom, Fibocom,...) naar technische eigenschappen, prijs en beschikbaarheid. Na analyse blijkt dat modules met een volledige ondersteuning met focus op maximale bandbreedte te complex en te duur zijn voor onze toepassing. Daarom wordt de REDCAP-variant geselecteerd, die specifiek gemaakt is voor IoT toepassingen. Quectel heeft hiervoor recent eerste modules ter beschikking, die aangeschaft worden.

De ontwikkeling bestaat uit een hardware en software component. Het ontwerp van de PCB (printed circuit board) van de kamerpost is gerealiseerd, inclusief het ontwerp van de interface en voeding tussen de microprocessor en 5G module. Qua software, ligt de focus op de driver ontwikkeling. Dit wil zeggen dat vanuit de hoofdprocessor waar een embedded Linux platform draait, een software module is ontwikkeld om de 5G radio module aan te sturen.



Figuur 6: kamer terminal – mobile app, bron Televic

Via 5G communicatie kan een betrouwbare data- en audioverbinding worden gerealiseerd.

Het geheel is succesvol geïntegreerd, getest en geconnecteerd op het private 5G netwerk van AZ Groeninge. De validatie van de alarmering en audiogesprekken (met roaming) is uitgevoerd, gebruikmakend van de 5G-enabled room terminal van Televic en 5G smartphones van Zebra, Ascom Myco en Crosscall. Telkens is er communicatie opgezet tussen de AQURA-server van Televic via het private 5G network van Proximus.

Ook is er een vergelijking gemaakt met het professionele wifi netwerk aanwezig. Deze laat duidelijk zien dat 5G superieure prestaties, betrouwbaarheid en controle biedt.

- Tijdens tests haalt de Televic Terminal **snelheden** tot 133 Mbps op 5G (beperkt door RedCap), vergeleken met 47 Mbps op wifi, terwijl een Crosscall-smartphone 935 Mbps haalt op 5G. Dit toont het potentieel van 5G aan voor een veel hogere doorvoersnelheid en stabielere verbindingen, vooral wanneer apparaten volledig zijn geoptimaliseerd qua configuratie en firmware.

- **Latency- en betrouwbaarheidstests** bevestigen deze verschillen. In onze meetopstelling (private 5G MPN vs. bestaand professioneel Wi-Fi-netwerk) zagen we dat 5G een lagere en stabielere latency realiseerde (ca. 20–27 ms) met minimaal pakketverlies. Op Wi-Fi observeerden we een hogere en variabele latency (gemiddeld rond 100 ms) met pieken en meer pakketverlies. Deze resultaten zijn representatief voor onze omgeving en configuratie; prestaties blijven afhankelijk van RF-ontwerp, belasting, QoS-configuratie en roaming-gedrag. Deze variabiliteit geeft aan dat wifi-verbindingen minder betrouwbaar kunnen zijn in omgevingen met interferentie of intensief gebruik, terwijl 5G een consistentere ervaring biedt die geschikt is voor realtime toepassingen zoals spraak- of videocommunicatie.. Mobiliteitstests tonen ook aan dat 5G een stabiele connectiviteit behoudt, met slechts korte latentiepieken tijdens handoffs tussen cellen, vergelijkbaar met DECT.

- Vanuit het oogpunt van **beveiliging en beheer** biedt privé-5G sterkere bescherming en meer controle. Het maakt gebruik van SIM-gebaseerde authenticatie en ingebouwde encryptie, waardoor alleen geautoriseerde apparaten verbinding kunnen maken. Wifi is weliswaar eenvoudiger in te stellen, maar is afhankelijk van gedeelde inloggegevens of certificaten, die minder veilig kunnen zijn als ze niet goed worden beheerd. Ook is onboarding eenvoudiger op wifi, maar minder gecontroleerd, terwijl 5G meer initiële instellingen vereist, maar geautomatiseerde, veilige toestel registratie mogelijk maakt via SIM- of eSIM-beheer, waardoor het schaalbaarder en robuuster is voor zakelijk gebruik.

Over het algemeen biedt privé 5G duidelijke voordelen ten opzichte van wifi op het gebied van snelheid, betrouwbaarheid, veiligheid en beheersbaarheid op lange termijn. Hoewel wifi voldoende blijft voor algemene of weinig veeleisende connectiviteit, is 5G beter geschikt voor kritieke, realtime of mobiele toepassingen die consistente prestaties en sterke beveiliging vereisen. Daarenboven biedt het een valabel alternatief ter vervanging van DECT-technologie voor voice en telefonie toepassingen. Het vervangen van de DECT-infrastructuur door een privaat 5G netwerk kan – afhankelijk van dekking, QoS-eisen en toestelstrategie – een alternatief of complement zijn voor DECT in voice/alarmering. Het financiële effect is sterk afhankelijk van de uitgangssituatie (bestaande DECT-lifecycle, indoor dekking, redundantie, beheerplatformen, toestelportfolio). Dit zorgt finaal voor een stijging van het gebruik van smartphones in de zorg, ideaal voor diverse toepassingen om rijkere applicaties te introduceren.

Anderzijds blijkt de praktische implementatie in industriële toepassingen vaak complexer dan aanvankelijk gedacht.

1. De (onvervulde) belofte van URLLC

Een van de kernbeloftes van 5G is Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC). In de praktijk is deze belofte nog niet volledig gerealiseerd. De focus van de uitrol ligt momenteel vooral op massamarkttoepassingen die hogere bandbreedte vereisen, zoals video en mobiele data. Specifieke features voor industriële toepassingen blijven daardoor vaak achterwege. Bovendien blijkt de radio-architectuur van 5G soms te complex voor de noden van eenvoudige industriële toepassingen. Hier kan RedCap (Reduced Capability) een oplossing bieden door een eenvoudiger en kostenefficiënter alternatief te bieden.

2. Beschikbaarheid en kostprijs van 5G Modules

Voor bedrijven die eigen toestellen ontwikkelen en een 5G-module willen integreren, is de beschikbaarheid van geschikte modules beperkt en de kostprijs hoog. De huidige markt richt zich voornamelijk op high-end smartphones en 5G-routers, waardoor industriële toepassingen in een niche vallen. RedCap biedt potentieel, maar blijft voorlopig prijzig. Voor batterij gevoede IoT-sensoren blijft een gateway noodzakelijk, tenzij men gebruikmaakt van NB-IoT of LTE Cat-M technologieën.

3. Software-integratie in Linux-omgevingen

De integratie van 5G-modules vereist doorgaans de ontwikkeling van een software driver binnen de Linux-stack. Dit gebeurt via standaard interfaces PCIe en er zijn vaak reeds bestaande drivers beschikbaar die geporteerd kunnen worden naar het eigen platform. Met de juiste expertise kan dit proces relatief vlot verlopen, maar het blijft een technische uitdaging die niet onderschat mag worden.

4. Initieel testen en onboarding

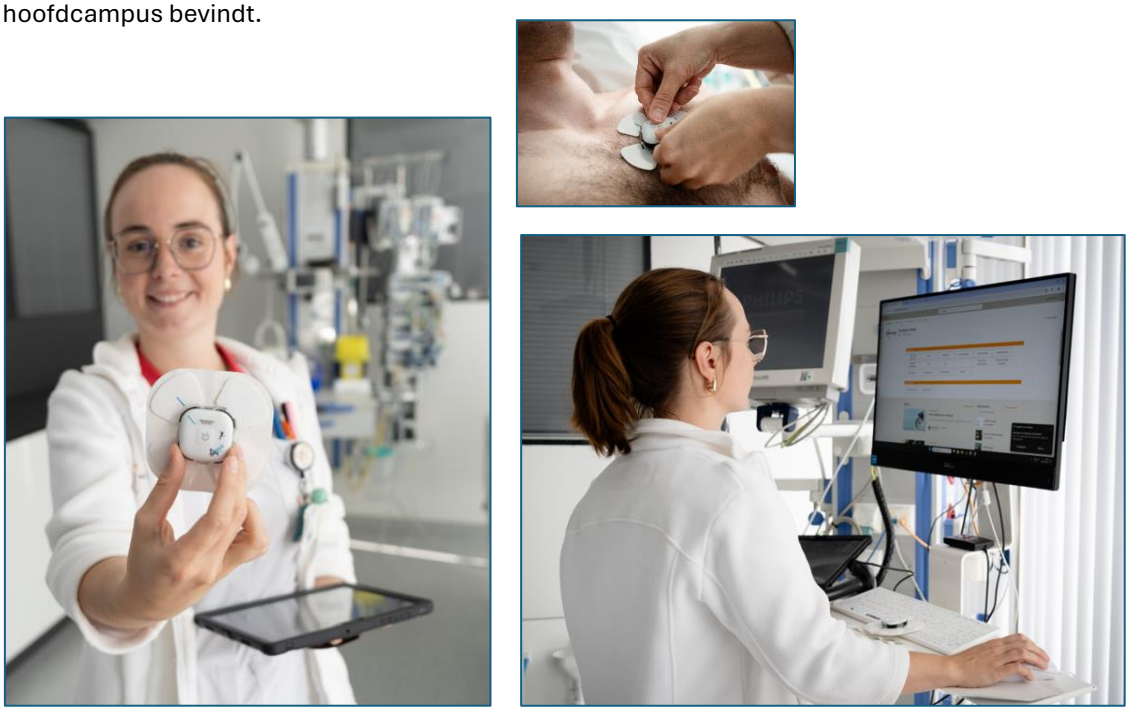
Voor een succesvolle implementatie is een duidelijke onboardingstrategie cruciaal. Dit omvat onder meer het correct toewijzen van SIM-kaarten per fabrikant, en het vastleggen van de verantwoordelijkheid bij de eindklant of integrator. Daarnaast moeten de parameters in het core-netwerk correct worden geconfigureerd zodat toestellen effectief kunnen verbinden. Hierbij is nauwe samenwerking met de IT-afdeling essentieel om te bepalen welke toestellen toegang krijgen tot welke servers en diensten.

5. Private 5G haalt hogere prestaties maar verwacht een goed uitgerold netwerk

De resultaten tonen de voordelen aan van een private 5G netwerk voor kritische applicaties. Echter, dit vereist tot op vandaag een hoge investering van het ziekenhuis. De netwerkplanning (om voldoende dekking te hebben en vlotte handovers te garanderen) moet in detail worden uitgevoerd, het backbone netwerk (bvb glasvezelverbindingen tot de core) moet sterk genoeg zijn. Eens geïnstalleerd, zijn de toepassingen eindeloos.

5.2. PATIËNTEN MONITORING DOOR MIDDEL VAN BIOSENSOREN EN 5G NETWERK

In de tweede 5G use case maakt Proximus het mogelijk om patiënten op een externe campus van AZ Groeninge via biosensoren rechtstreeks te verbinden met het centrale ziekenhuisnetwerk. De vitale parameters en andere sensorgegevens worden vanaf de satellietcampus veilig over het publieke 5G-netwerk verstuurd naar het private MPN 5G netwerk op de hoofdcampus. Artsen en verpleegkundigen kunnen deze gegevens daar in real time opvolgen, alsof de patiënt zich in de hoofdcampus bevindt.



Figuur 7: Biosensoren, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Dit vereist een ultra-betrouwbare, beveiligde verbinding tussen de externe locatie en het ziekenhuis, met aandacht voor lage latency en continuïteit (bijvoorbeeld voor alarmmeldingen bij verslechtering van de patiënt). Dankzij deze aanpak hoeven patiënten of monitor niet fysiek aanwezig te zijn op de hoofdcampus om toch onder nauwlettend toezicht te staan. Dit kan de responstijd bij noodsituaties aanzienlijk verbeteren en maakt efficiëntere zorg op afstand mogelijk.

De benodigde netwerkarchitectuur wordt uitgewerkt om een privaat 5G Mobile Private Network uit te breiden tot buiten de hoofdcampus, door gebruik te maken van het publieke 5G netwerk van Proximus. Via een dedicated APN en operator-geprovisioneerde routing kan verkeer van toestellen buiten de campus gecontroleerd naar het ziekenhuis-MPN worden geleid. De ‘veiligheid’ berust daarbij op een combinatie van maatregelen: (1) toestelidentiteit via SIM/eSIM, (2) netwerksegmentatie en policy-enforcement, en (3) end-to-end versleuteling op transport-/applicatieniveau. Network slicing ondersteunt scheiding en QoS, maar wordt niet als enige security-maatregel beschouwd.”. In de praktijk betekent dit dat biosensor-hardware (of een tussenstation ter plaatse) uitgerust wordt met een speciale 5G-SIM. Zodra deze verbinding maakt met een reguliere 5G-zendmast in België, herkent het netwerk de SIM en routeert het dataverkeer via een beveiligd pad naar het AZ Groeninge core-netwerk. Door op de satellietcampus een prototype 5G-gateway te installeren die dummy-sensorgegevens verstuurt kan dit conceptueel

getest worden; die data blijkt succesvol aan te komen op de hoofdcampus, als ware het een lokaal device.

Tijdens het project stoten we op een aantal uitdagingen. Zo blijken volwaardige 5G-modules voor draagbare biosensoren nog niet praktisch inzetbaar – ze zijn te duur en verbruiken te veel stroom. Daarom wordt gebruik gemaakt van een lokaal hub-toestel dat de sensorgegevens verzamelt en doorstuurt. De biosensoren (bv. saturatiemeter, hartritmesensor) verbinden via Bluetooth Low Energy (BLE) met een mobiele 5G-router, die de data encrypt en naar het ziekenhuis verzendt over 5G. Op de core wordt gezorgd dat deze data op de juiste monitoringsplatformen terechtkomt, vergelijkbaar met een bedmonitor in het ziekenhuis. Verder zijn er in overleg met de IT-dienst van AZ Groeninge strikte beveiligingsregels opgesteld zodat alleen geautoriseerde devices (SIM-kaarten) toegang krijgen tot het netwerk en patiëntgegevens steeds versleuteld over de publieke infrastructuur gaan. Hoewel de integratiecomplexiteit hoog is – denk aan het afstemmen van netwerkconfiguraties tussen publieke en private infrastructuur – toont onze aanpak aan dat het technisch haalbaar is om patiënten op afstand veilig te monitoren via 5G.

Deze use case is tot op proof-of-concept-niveau uitgewerkt. De technische haalbaarheid is aangetoond: in een gesimuleerde omgeving worden biosensor-data van een remote locatie met succes en in quasi real-time zichtbaar op de hoofdcampus. Dit bewijst dat 5G-gebaseerde remote patiënt monitoring werkt en dat alarmsignalen van buiten het ziekenhuis tijdig kunnen doorkomen. Een volledige implementatie op schaal (bijvoorbeeld meerdere patiënten continu opvolgen vanop een externe campus) valt buiten de projecttijd. Het project levert een duidelijke blauwdruk op voor toekomstige uitrol: de benodigde netwerkopstelling is nu gekend, alsook de knelpunten (zoals beschikbaarheid van geschikte 5G IoT-hardware). Ook zijn de eerste drempels weggenomen door de core-netwerkinstellingen klaar te maken. De beoogde meerwaarde is duidelijk: zorgverleners kunnen proactiever en sneller ingrijpen bij patiënten die niet op de hoofdcampus verblijven; de patiënten hoeven zich niet te verplaatsen of kunnen in hun vertrouwde omgeving blijven.

In de laatste fase van 5G H.E.A.L.T.H. wordt gekeken hoe deze technologie kan doorgetrokken worden naar thuismonitoring van patiënten.

5.3. 5G ONDERSTEUNDE DICOM-ASSISTENT VOOR PRE-OPERATIEVE PLANNING

In deze use case ontwikkelt OneBonsai een DICOM-assistent (Digital Imaging and Communications in Medicine) voor neurochirurgen van AZ Groeninge. Dat is een innovatieve AI-gedreven preoperatieve visualisatietool. Medische beeldvormingstechnieken (zoals CT-scans) worden automatisch geanalyseerd en gesegmenteerd om tumoren en omliggende anatomische structuren in drie dimensies te visualiseren. Deze use case stelt chirurgen in staat om binnen enkele minuten een helder en accuraat 3D-inzicht te krijgen in de exacte locatie, vorm en context van een tumor, en om virtueel de chirurgische benadering en incisie te plannen. De toepassing werkt op elk toestel en wordt real-time over 5G vanuit de lokale server gestreamed.

In de huidige klinische praktijk gebeurt preoperatieve planning in de neurochirurgie hoofdzakelijk op basis van 2D-beelden in axiale, coronale en sagittale vlakken. Chirurgen moeten deze afzonderlijke snedes mentaal samenvoegen tot een driedimensionaal beeld van de tumor en het omliggende weefsel. Dit proces is cognitief belastend, tijdsintensief en foutgevoelig, zeker bij complexe tumoren in de nabijheid van vitaal hersenweefsel. Bestaande 3D-tools zijn vaak traag, complex in gebruik en onvoldoende afgestemd op de dagelijkse workflow van de chirurg, waardoor ze beperkt worden ingezet in de praktijk.



Figuur 8: medische beeldvorming AZ Groeninge, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

De oplossing maakt gebruik van artificiële intelligentie om tumoren, botstructuren en relevante anatomische elementen automatisch te detecteren en te segmenteren in medische beeldvorming. Deze segmentatie wordt omgezet in een interactief 3D-model waarin de chirurg kan roteren, zoomen, doorsnedes maken en virtueel incisies kan plannen. Alle AI-berekeningen en 3D-rendering gebeuren op een lokale GPU-server binnen het ziekenhuis of de medische praktijk. Hierdoor blijven patiëntgegevens volledig on-premise, wat voldoet aan strikte privacy- en veiligheidsvereisten. De gegenereerde 3D-visualisaties worden vervolgens via een snelle en stabiele 5G-verbinding live gestreamd naar tablets, werkstations of AR-headsets. Dankzij de lage latency van 5G kan de chirurg zonder merkbare vertraging met het model interageren, zelfs tijdens consultaties of in de voorbereidingsfase vlak voor een operatie. Binnen ongeveer drie minuten kan een volledig en accuraat ruimtelijk inzicht worden opgebouwd, wat de voorbereidingstijd drastisch verkort.

Het resultaat is een intuïtieve, snelle en veilige preoperatieve planningstool die de besluitvorming van chirurgen ondersteunt, het risico op weefselschade vermindert en bijdraagt aan betere *klinische uitkomsten*.



Figuur 9: Interactief 3D model hersenen, bron OneBonsai

Een belangrijke uitdaging bestaat uit het waarborgen van voldoende nauwkeurigheid en robuustheid van de AI-segmentatie over een brede variatie aan patiënten data en beeldkwaliteiten. Daarnaast vergt de integratie binnen bestaande ziekenhuis-IT-omgevingen een zorgvuldige afstemming met PACS-systemen en klinische workflows.

In de praktijk blijkt het niet mogelijk om toegang te verkrijgen tot medische beeldvorming van echte patiënten. Hierdoor wordt gebruikgemaakt van publiek beschikbare datasets voor het trainen en valideren van de AI-algoritmes, wat de klinische representativiteit van de trainingsdata beperkt.

Verder was het in een vroeg stadium niet volledig duidelijk welke functionaliteiten en visualisatie-features voor de chirurgen daadwerkelijk van doorslaggevend belang zijn. Om dit beter te begrijpen, zijn meerdere co-creatiesessies georganiseerd met neurochirurgen, om hun verwachtingen, noden en beslissingscriteria te verfijnen.

Tot slot blijkt het ontwikkelen van een performante en stabiele segmentatieoplossing technisch complex. Hoewel uiteindelijk een veelbelovend resultaat wordt bereikt, op proof-of-conceptniveau, is verdere ontwikkeling en validatie noodzakelijk alvorens de oplossing kan doorgroeien tot een medisch gevalideerd en klinisch inzetbaar product.

5.4. REMOTE ROBOTICS - ROBOT AANGESTUURD VANOP AFSTAND

In de vierde use case bekijkt mediAVentures Remote-OR BV de mogelijkheden om via het Proximus 5G MPN een chirurgische robot 'Da Vinci' van *Intuitive* te bedienen vanuit AZ Groeninge, terwijl de robot zich fysiek op een andere locatie in België bevindt. Dit vereist een ultra-betrouwbare en laaglatente verbinding, met technische specificaties zoals URLLC-ondersteuning, redundantie, en real-time video-overdracht.



Figuur 10: robotchirurgie AZ Groeninge, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Na de literatuurstudie worden de technische mogelijkheden van remote robotic surgery via 5G onderzocht. Hoewel de technologie het toelaat om een robot op afstand te bedienen via een MPN 5G netwerk, blijkt uit overleg met *Intuitive* dat zij deze toepassing niet langer ondersteunen voor live operaties. Hun visie is dat een arts fysiek bij de patiënt moet zijn om de volledige context en visuele informatie correct te interpreteren. Wel wordt bevestigd dat remote bediening voor trainingsdoeleinden technisch mogelijk blijft. Door deze beperking kan deze use case niet verder uitgewerkt worden voor klinische toepassing. Het scenario is wel grondig geanalyseerd.

De technische haalbaarheid van remote bediening via 5G wordt bevestigd, maar de praktische implementatie is beperkt door het beleid van de robotleverancier. Er zijn geen operationele resultaten in de vorm van live remote surgery, maar het project levert waardevolle inzichten op in de beperkingen van industriële ondersteuning en de ethische en praktische overwegingen rond afstandsbediening in de zorg. Deze bevindingen worden gedeeld en kunnen toekomstige projecten richting geven, vooral in het kader van opleiding en simulatie.

5.5. AI GEBASEERDE DE-ESCALATIETRAINING VOOR ZORGPERSONEEL

De vijfde use case omvat de ontwikkeling van een geavanceerde, AI-gedreven VR-training die zorgprofessionals ondersteunt bij het veilig en professioneel omgaan met agressieve of gespannen situaties in een ziekenhuiscontext. De training combineert virtual reality, AI, spraakherkenning en realistische avatarinteractie, ondersteund door een performante 5G netwerkinfrastructuur.

De inhoudelijke expertise wordt aangeleverd door Hogeschool VIVES, met focus op relationele vaardigheden, communicatiepsychologie en de-escalatietechnieken. OneBonsai ontwikkelt de immersieve en AI-gestuurde trainingsomgeving, terwijl AZ Groeninge en Proximus optreden als zorgpartner en technologiepartner.

Agressie en verbale escalatie vormen een dagelijkse realiteit voor verpleegkundigen, artsen en ondersteunend zorgpersoneel. Deze situaties ontstaan vaak onder hoge emotionele druk, bijvoorbeeld bij pijn, angst, verwarring of frustratie over wachttijden en procedures. Klassieke trainingsvormen zoals klassikale lessen, rollenspellen of e-learning slagen er onvoldoende in om de emotionele intensiteit, onvoorspelbaarheid en tijdsdruk van echte conflictsituaties te simuleren. Hierdoor voelen zorgverleners zich vaak onvoldoende voorbereid, wat kan leiden tot onveilige situaties, stress, burn-out en verminderde kwaliteit van zorg. Er is nood aan een veilige, realistische en herhaalbare leeromgeving waarin zorgprofessionals hun communicatieve en relationele vaardigheden kunnen inoefenen zonder risico voor zichzelf of anderen.

Na een grondige literatuurstudie en in nauwe samenwerking met de werkgroep agressie van AZ Groeninge en VIVES werden twee veelvoorkomende en representatieve casussen geselecteerd:

- Een zorgontvanger met dementie die weigert medicatie in te nemen
- Een familielid dat agressief reageert op lange wachttijden op de spoedgevallendienst

Deze scenario's werden didactisch uitgewerkt met aandacht voor gewenste, alternatieve en te vermijden communicatiestrategieën. Deze input vormt de basis voor een interactieve VR-ervaring waarin de trainee in dialoog gaat met een virtuele patiënt of bezoeker.

De virtuele personen reageren dynamisch op wat de trainee zegt. Het verloop van het gesprek is niet vooraf vastgelegd, maar wordt contextueel aangestuurd door AI-modellen. Positieve communicatiestrategieën leiden tot de-escalatie, terwijl ongeschikte reacties de situatie kunnen laten verergeren.



Figuur 11: De-escalatietraining, casus persoon met dementie, bron OneBonsai

Na elke trainingssessie ontvangt de gebruiker directe feedback en een rapport met inzichten in communicatiestijl, gemaakte keuzes en het effect daarvan op de situatie. Op geaggregeerd niveau kunnen opleidingen en ziekenhuizen de competentieontwikkeling van groepen opvolgen en evalueren.



Figuur 12: De-escalatietraining, casus familielid spoedgevallendienst, bron OneBonsai

De technische architectuur is hybride. Auditieve input wordt lokaal verwerkt op een AI-server op locatie met GPU-ondersteuning en een lokaal Large Language Model, wat lage latency en hoge privacy garandeert. Voor het genereren van rijke, contextuele Nederlandstalige dialogen wordt gebruik gemaakt van een online LLM-dienst. De VR-omgeving en virtuele personen worden volledig op de VR-bril gevisualiseerd, wat zorgt voor een vloeiende en geloofwaardige ervaring. Dankzij 5G of een performant lokaal netwerk communiceren alle componenten in real time.

Het resultaat is een schaalbare en effectieve training die het zelfvertrouwen van zorgprofessionals vergroot, het risico op escalatie vermindert en bijdraagt aan een veiligere zorgomgeving.

Een belangrijke uitdaging ligt in de betrouwbare herkenning en interpretatie van Vlaamse dialecten, een taalkundig sterk gevarieerde en internationaal weinig ondersteunde taalcontext. Daarnaast vraagt het realiseren van zo realistisch mogelijke verbale en non-verbale reacties van de virtuele patiënt een hoge mate van verfijning, zodat de interactie geloofwaardig blijft en maximale didactische meerwaarde biedt. Tot slot vereist het intelligent aansturen en dynamisch bijsturen van het gesprek in real time een complexe afstemming op de inhoud, emotionele lading en communicatiestijl van de trainee tijdens de trainingssessie.

5.6. MOBIEL STREAMING DEVICE

In deze use case wordt met een mobiel streaming device real-time verschillende beeldbronnen doorgestuurd naar externe kijkers vanuit een operatiekwartier. Hierbij is de vertraging minimaal, de privacy optimaal en kunnen kijkers onafhankelijk van elkaar switchen van camerabronnen. MediAVentures Remote-OR BV test of dit gerealiseerd kan worden met het Proximus 5G MPN en of dit eenvoudig en onmiddellijk inzetbaar is, zonder nood aan externe crew.



Figuur 13: Operatiebeelden worden live gestreamd naar het auditorium in AZ Groeninge. bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Eén van de uitdagingen van moderne ziekenhuisgeneeskunde is education en proctoring, zeker binnen de interventionele takken van de geneeskunde (chirurgie, interventionele cardiologie, gastroënterologie, ...). Dit zijn allemaal heel technische en visuele interventies en procedures die enkel op heel specifieke plaatsen in het ziekenhuis (operatiezalen, ...) en specifieke toestellen (robots, endoscopische torens, 3D brillen, ...) kunnen uitgevoerd worden. Om die reden dient opleiding en begeleiding klassiek dan ook ter plekke uitgevoerd te worden wat direct een limiterende factor is (aanwezigheid van studenten en/of experten dient gepland te worden). Een bestaande oplossing daarvoor was en is het capteren van de medische bronnen, plaatsen van camera's en doorsturen van deze beelden, inclusief gecapteerd geluid en het mogelijk maken van retourgeluid van de remote-kijkers (studenten of experten). Het gaat bijna steeds over meerdere medische bronnen en beelden die vaak simultaan zichtbaar dienen te zijn. In het verleden ontwikkelde mediAVentures Remote-OR BV reeds VisiOR waarmee reeds een aantal van de vereisten voor remote proctoring en teaching werden opgelost (beelden combineren, audio-interactie, chat, ad-hoc uitnodigen van experten via QR codes, live-tekenen op de beelden (annotatie), ad-hoc camera-beelden toevoegen via smartphone, integreren van powerpoints, remote switchen of combineren van beelden ...). Eén van de grootste bottleneck's in het verleden was de nood aan een voldoende hoge kwaliteit en stabiele verbinding. Oplossingen zijn: satellietverbinding, IR laserverbinding, verbinding over ethernet / LAN van het ziekenhuis. Elk van deze oplossingen vraagt een dedicated setup en voorbereiding.

Twee mogelijke scenario's zijn verkend:

- **Elke medische bron ombouwen naar een streaming-source over 5G**: de bestaande video uitgangen kunnen dan gecapteerd en gestreamd worden naar een videomixer, die de beelden combineert en doorstuurt. 5G native encoders bestaan, maar al snel blijkt dat dit in een ziekenhuisomgeving, op dit moment, te kostelijk is om toe te passen en een quasi continue bij-investering zou nodig maken om elke nieuwe bron op het systeem aan te sluiten. Als alternatief is bekeken of NDI-streaming over wifi6E een optie is. Ook al is dit een haalbare oplossing, door de complexiteit van de setup (opstellen van een afzonderlijk wifi6E netwerk in elke operatiezaal/ interventionele zaal) is deze oplossing niet weerhouden binnen dit 5G project.

- **De medische bronnen op klassieke wijze capteren en naar een bestaande video-captatie systeem brengen** (VisiOR), **combineren en via 5G streaming** naar de eindebestemmeling sturen. Dit bouwt voort op het bestaande systeem VisiOR waarbij enerzijds de processing capaciteit van de centrale unit verder wordt bekeken, uitbreiding naar 4K is onderzocht, alsook de stabiliteit van het private 5G netwerk (inzet op betrouwbare, stabiele en voorspelbare wijze, op dagelijkse basis, zonder nood aan continue aanwezigheid van technici of een externe firma).

We kiezen ervoor om de VisiOR set, via dedicated 5G router, aan te sluiten op het private 5G netwerk en enkele **use cases** te plannen met de **VisiOR set**.

- **Teaching sessie**: een expert voert een procedure uit en een aantal minder ervaren collega's en assistenten volgen deze procedure mee en kunnen vragen stellen tijdens de procedure

- **Proctoring sessie**: een minder ervaren chirurg doet een procedure en laat ad-hoc een ervaren chirurg meevolgen en adviseren.

In het verleden liepen verschillende testen om dit over wifi te realiseren. Dit blijkt te werken in test-omstandigheden maar telkens we dit proberen in een ziekenhuis-omgeving blijkt het onmogelijk om een constante 16MBits stream te behouden Bij herhaalde proeven op het bestaande Wi-Fi-netwerk bleek het in onze ziekenhuisomgeving niet reproduceerbaar om een continue stream van ~16 Mbit/s te garanderen met de vereiste stabiliteit (jitter/packet loss) voor kritische onderwijs- en proctoring-sessies. Wi-Fi 6E kan technisch hoge capaciteit bieden, maar zou in ons scenario een dedicated ontwerp per OK/interventiezaal vereisen (RF-planning, QoS en operationele ondersteuning), wat buiten scope van dit project viel.

Uiteindelijk is **een complete en gebruiksvriendelijke mobiele opstelling uitgewerkt**. De gekozen configuratie bestaat uit:

Mobiele medical cart uitgerust met een krachtige Windows 11 Pro gebaseerde NUC (Intel i9, 32 GB RAM). Deze cart bevat een Magewell SD inputboard, een touchscreenmonitor, een HD Marshall USB3-camera met verwisselbare lenzen en een BirdDog NDI P400 PTZ-camera op speciaal ontworpen statieven. De PTZ-camera kan volledig op afstand worden bediend. NDI-switching maakt het systeem flexibel uit te breiden met extra videobronnen. Dankzij de ondersteuning voor UTP6/UTP7 bekabeling en Power over Ethernet (PoE) via een AVswitch kan de installatie eenvoudig worden aangesloten en uitgebreid. Communicatie met externe deelnemers verloopt via Jabra-headsets. Drie headsets zijn gekoppeld aan de NUC, zodat zowel interne als externe communicatie tijdens de sessie helder en storingsvrij verloopt. 5G connectiviteit wordt voorzien via een Peplink BR1MAX5G router. Deze router biedt voldoende verwerkingscapaciteit en is compatibel met private 5G netwerken met hoge bandbreedte. Streaming en lage latency worden gegarandeerd via een dedicated Antmediaserver, gehost op een Amazon C5 EC2 instance met

elastic IP. Deze setup is geoptimaliseerd voor WebRTC-toepassingen met zeer lage vertraging. OBS wordt gebruikt als centrale software voor videomixing en switching. Op het live-eventplatform van mediAVentures Remote-OR BV is een specifiek project aangemaakt om de sessies te hosten. Daarnaast is een RealWear Navigator 500 headcam geïntegreerd als extra videobron.

Ook andere devices (zoals GSM) kunnen op dezelfde wijze, via het scannen van een QR code, als beeldbron worden aangesloten. Deze kunnen naadloos in de live sessie worden ingebracht, zodat deelnemers ook een “surgeon’s view” of adhoc camerabeelden kunnen volgen. Ook is een specifieke webpagina ontwikkeld waarmee de server op afstand kan worden gestart en gestopt. Een operatieafdeling is voorbereid en ingericht om deze volledige setup te testen in een realistische klinische omgeving.

Deze configuratie is opgezet als **demo-omgeving** en is getest tijdens een neurochirurgische procedure waarbij een Zeissmicroscoop via SDI is aangesloten op de VisiOR-set. Andere chirurgische disciplines gebruiken vaak andere videobronnen, aansluitingen of convertoren. De basisopstelling (met OBS als switchingsoftware) kan echter eenvoudig worden aangepast aan de specifieke noden van elke procedure. Dit kan door de biotechnische dienst zonder grote ingrepen worden uitgevoerd.

6. OPRICHTING 5G EXPERIENCE CENTER

Naast de uitwerking van verschillende use cases, focust het 5G H.E.A.L.T.H. project zich ook op de oprichting van het 5G Experience Center: een test en leeromgeving, opgezet op de volledige campus van AZ Groeninge.

Het is een open onderzoeksinfrastructuur waar externe partijen hun innovatieve 5G-toepassingen voor de zorg kunnen uittesten in een realistische ziekenhuiscontext. Zorgorganisaties en bedrijven kunnen gebruik maken van en experimenteren met het private 5G netwerk van AZ Groeninge. Zo'n 5G Experience Center fungeert als een open innovatiehub, die samenwerking stimuleert en als proeftuin dient voor nieuwe oplossingen in de gezondheidszorg. De keuze om de hele ziekenhuiscampus te dekken met 5G (en niet enkel een test omgeving in een kelder) zorgt ervoor dat tests in reële omstandigheden kunnen gebeuren: van verbinding in drukke ziekenhuisgangen tot integratie met bestaande zorgapparatuur.

Een opleidingslokaal op de campus is specifiek ingericht als demonstratieruimte (het "5G-lab"), maar de achterliggende infrastructuur strekt zich uit over het hele ziekenhuis. Dit maakt het mogelijk om use cases in levensechte situaties te valideren, wat cruciaal is om het vertrouwen in 5G-technologie binnen de zorgsector te vergroten. Het 5G Experience Centre wordt dan ook gezien als een proeftuin en incubator voor 5G in de zorg en zelfs als een inspiratiebron voor de industrie; dankzij de inbreng van o.a. VIVES profileert het zich als een "geconnecteerd zorglab" waar klinische expertise en technologische innovatie samenkomen.



Figuur 14: 5G Experience center AZ Groeninge, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Hoe krijg je toegang tot het 5G Experience Center? Externe organisaties (bijvoorbeeld medtech-startups, bedrijven of andere ziekenhuizen) kunnen zich aanmelden via The healthcare of tomorrow | AZ Groeninge of thegreenhouse@azgroeninge.be. Na zo'n aanvraag wordt een intakegesprek ingepland met aanwezigheid van AZ Groeninge, Proximus en VIVES, volgens relevantie. In deze verkennende meeting bespreken we de specifieke noden van de use case en de technische vereisten en mogelijkheden. Op basis van die intake maakt het team een voorstel van werkplan op: hierin staat wat er precies opgezet zal worden (bijvoorbeeld welke 5G-instellingen, welke apparatuur of sensoren, etc.), hoe de tests zullen verlopen, en welke resultaten of inzichten de externe partij kan verwachten. Deze stap zorgt ervoor dat alle partijen dezelfde verwachtingen hebben en dat de nodige voorbereidingen getroffen kunnen worden.

Vervolgens gaat het traject over in de uitvoerende fase. Als de externe partner akkoord gaat met het plan, wordt er eerst een technische voorbereidingsmeeting belegd om de implementatiedetails af te stemmen (denk aan het activeren van speciale SIM-kaarten, het koppelen van servers, beveiligingsafspraken omtrent data, enz.). Hierna start de onboarding zelf, die doorgaans minimaal twee dagen in beslag neemt. Dag 1 bestaat uit de virtuele onboarding door Proximus: op afstand wordt de nodige 5G-infrastructuur geconfigureerd en klaargezet voor de specifieke use case. Zo kan het zijn dat Proximus een aparte netwerk-slice of APN instelt voor de externe partij, of een testserver activeert in de 5G-core waar de applicatie van de partner mee zal verbinden. Alles wordt zodanig ingesteld dat op dag 2 de focus volledig kan liggen op het effectief aansluiten en testen van de toepassing. Dag 2 is de fysieke onboarding on-site in AZ Groeninge: de externe partij brengt zijn apparaten, sensoren of applicaties mee naar de ziekenhuiscampus en samen met het AZ Groeninge/Proximus-team worden deze verbonden met het 5G netwerk. We zorgen er bijvoorbeeld voor dat medische sensoren via een 5G gateway verbinding maken of dat een AR/VR-toepassing probleemloos over het 5G netwerk streamt. Tijdens deze sessie kunnen de ontwikkelaars van de externe partij, IT-specialisten van het ziekenhuis en ingenieurs van Proximus direct samenwerken om eventuele issues op te lossen en fine-tuning door te voeren. Indien nodig kan de ondersteuning uitgebreid worden tot een extra dag (of meer) voor verdere demonstraties of langere tests; in het projectkader voorzien we maximaal 2 à 3 dagen intensieve begeleiding per use case. Het belangrijkste is dat de externe partij gedurende het hele traject volledig ondersteund wordt van netwerkinstallatie tot praktische uitvoering zodat hun focus kan liggen op het evalueren van hun oplossing in de juiste omstandigheden.

Resultaat en opvolging: zodra de testopstelling is doorlopen, wordt het experiment geëvalueerd. We zitten samen met de externe partner om de data en bevindingen door te nemen: werkt de toepassing zoals verwacht? Welke problemen of beperkingen duiken op, en zijn die oplosbaar? Bereikt men de performance-indicatoren (bijv. responstijd, betrouwbaarheid) die men vooropstelde? Alle relevante resultaten, zowel successen als werkpunten, worden gedocumenteerd. Concreet stellen we na de tests een opvolgverslag op voor de partner. Dit rapport vat de uitkomsten samen en bevat eventueel aanbevelingen of volgende stappen. Daarmee kan de externe organisatie intern verder aan de slag, of eventueel besluiten tot een verdergezette samenwerking met AZ Groeninge of Proximus om de oplossing door te ontwikkelen. Ons doel met het 5G Experience Centre is immers niet alleen om technische haalbaarheid te toetsen, maar ook om mee te bouwen aan succesverhalen rond 5G in de gezondheidszorg. Iedere geslaagde pilot of inzichtvolle test draagt bij aan de groeiende kennis over 5G in de zorgsector en toont anderen wat er mogelijk is. Op die manier versnelt het 5G Experience Centre de innovatielus: externe pioniers krijgen een vliegende start in een unieke real-world omgeving, terwijl AZ Groeninge en partners waardevolle praktijkervaring opdoen met nieuwe 5G-toepassingen. Deze wisselwerking zorgt ervoor dat 5G niet louter theoretisch blijft, maar echt tangible gemaakt wordt in een zorgsetting. Dit is een essentiële stap om de zorg van de toekomst vorm te geven.

7. HET ORGANISEREN VAN OPLEIDINGSPROGRAMMA'S VOOR ZORGPROFESSIONALS

De introductie van 5G-technologie binnen de zorgsector creëert een unieke kans om bestaande opleidingstrajecten voor zorgprofessionals te versterken en te transformeren. Met de ondersteuning van Hogeschool VIVES kunnen nieuwe leervormen worden ontwikkeld die inspelen op de groeiende nood aan flexibiliteit, real-time datatoegang en hoogkwalitatieve digitale leeromgevingen. Waar traditionele opleidingssystemen vaak beperkt zijn in schaalbaarheid en interactiemogelijkheden, maakt 5G het mogelijk om grote hoeveelheden data snel, veilig en in hoge resolutie te delen. Dit vormt de basis voor meer immersieve, praktijkgerichte en efficiënte leerervaringen.

Innovatieve opleidingstrajecten vloeien voort uit de use cases:

- **VISiOR video streaming** (mediAVentures Remote-OR BV): Het VISiOR-platform fungeert als een krachtig educatief instrument dat medische handelingen en casussen kan opnemen en live streamen in hoge kwaliteit. Hierdoor kunnen zorgprofessionals en studenten op een laagdrempelige manier toegang krijgen tot realistische leersituaties. Het platform ondersteunt: interne opleidingen binnen het ziekenhuis, kwaliteitscontrole en supervisie op afstand, begeleiding bij de introductie van nieuwe technieken, de opbouw van een duurzame videobibliotheek voor onderwijs en navorming. Dankzij 5G kunnen live interventies zonder vertraging worden gevolgd door specialisten, studenten geneeskunde, verpleegkunde, vroedkunde en andere zorgopleidingen, ongeacht hun fysieke locatie. Dit maakt het mogelijk om expertise te delen tussen professionals & instellingen en om studenten al vroeg in hun opleiding bloot te stellen aan authentieke klinische situaties.

- **VR de-escalatietraining** (OneBonsai): Met behulp van XR-technologie worden zorgverleners ondergedompeld in realistische, maar veilige simulaties waarin zij leren omgaan met agressie, stressvolle situaties en complexe communicatie. Deze vorm van training draagt bij aan: beter voorbereid zorgpersoneel, rustiger en professioneler gedrag in uitdagende situaties, een verhoogde mentale draagkracht en weerbaarheid.



Figuur 15: Opleiding met VR, bron opname Kanaal Z AZ Groeninge – Proximus NXT

Een aantal interne medewerkers van AZ Groeninge volgen de door VIVES opgestelde **train the trainer**. Vervolgens begeleiden ze de de-escalatietraining bij elke medewerker, waardoor de kennis duurzaam wordt ingebed in de organisatie. Na afloop van de training vullen deelnemers een evaluatie in waarin wordt gepeild naar hun zelfvertrouwen, vaardigheden en algemene ervaring met de training. De verzamelde feedback wordt systematisch geanalyseerd en teruggekoppeld, zodat het opleidingsprogramma continu kan worden verbeterd.

De inzichten en ervaringen die voortkomen uit deze use cases worden actief gedeeld met andere ziekenhuizen en zorgorganisaties. Door middel van opleidingen, workshops en coachingstrajecten worden zowel interne medewerkers als externe partners vertrouwd gemaakt met de 5G-reference architectuur en de bijhorende toepassingen. Dit stimuleert niet alleen de adoptie van innovatieve technologieën, maar versterkt ook de samenwerking binnen het bredere zorgnetwerk.

Door blijvend in te zetten op opleiding en kennisdeling blijft de zorgsector voorbereid op toekomstige technologische evoluties. 5G fungeert daarbij als een katalysator voor vernieuwing, waarbij zorgprofessionals worden ondersteund om hun expertise te verdiepen en hun praktijkvoering te optimaliseren.

8. ANALYSE EN CONCLUSIE

Het 5G H.E.A.L.T.H. project toont aan dat 5G-technologie operationeel inzetbaar is in een ziekenhuisomgeving en een belangrijke rol kan spelen in de digitalisering van de gezondheidszorg. Bijna alle geplande use cases zijn succesvol gedemonstreerd, wat zowel technische als inhoudelijke inzichten oplevert. Tegelijkertijd maakt het project duidelijk dat de implementatie van 5G in een ziekenhuiscontext complex is, én beheersbaar mits de juiste expertise en partners. De resultaten illustreren zowel het potentieel als de beperkingen van de huidige 5G-technologie en bieden waardevolle inzichten voor toekomstige toepassingen.

Tijdens de eerste fases van het project blijken bepaalde 5G-functionaliteiten, zoals URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) nog niet volledig beschikbaar. Ook zijn 5G-compatibele modules voor medische toestellen schaars of duur, wat de ontwikkeling van prototypes vertraagt. De integratie van nieuwe 5G-componenten in bestaande ziekenhuisinfrastructuren, met strenge vereisten rond privacy, cybersecurity en interoperabiliteit, vraagt om een nauwgezette aanpak. Deze uitdagingen zijn systematisch aangepakt. Waar nodig is gekozen voor alternatieve technologieën of configuraties, zoals de inzet van de nieuwe RedCap-modus voor IoT-toepassingen met lagere complexiteit. In samenwerking met technische experts zijn maatwerkoplossingen ontwikkeld, waaronder Linux-drivers voor 5G-modems in slimme toestellen. Elk prototype doorloopt een zorgvuldig onboarding-proces, van SIM-configuratie tot netwerktoegang, om betrouwbaarheid en veiligheid te garanderen. Door regelmatige evaluaties en cross-tests tussen 5G, wifi en 4G zijn prestaties objectief vergeleken en snel bijgestuurd.

Deze iteratieve en onderbouwde werkwijze (eerst ontwerpen, vervolgens gefaseerd implementeren en continu feedback verzamelen) blijkt cruciaal om de use cases succesvol te realiseren en technische obstakels tijdig op te lossen.

Op technisch vlak is een volledig 5G Mobile Private Network opgezet en gevalideerd. De performantiemetingen bevestigen de meerwaarde van 5G ten opzichte van bestaande draadloze technologieën. Vanuit de use cases blijkt dat 5G voldoet aan de strenge eisen voor real-time zorgtoepassingen, zoals medische monitoring, AR/VR-ondersteuning en kritieke zorgcommunicatie, waar wifi vaak tekortschiet. De succesvolle validatie van de 5G-geconnecteerde room terminal, de mobiele communicatie en de remote monitoring-opstelling bevestigen dat 5G een robuuste basis kan vormen voor toekomstige zorgtoepassingen. Anderzijds vraagt de uitbouw van een Mobile Private Network een gedetailleerde netwerkplanning, sterke backbone-infrastructuur en continue monitoring. De vrij hoge implementatiekost kan voor ziekenhuizen een drempel vormen.

Inhoudelijk leveren de use cases waardevolle inzichten op. Nieuwe procedures, zoals VR-de-escalatietraining voor verpleegkundigen en AR-ondersteunde diagnostiek, zijn in de praktijk getest. De feedback van zorgprofessionals geeft inzicht in gebruikservaring, effectiviteit en mogelijke optimalisaties. Deze praktijkervaring vormt een belangrijke basis voor verdere opschaling en implementatie in andere zorginstellingen. Een aantal use cases zijn tot op een proof-of-concept fase uitgewerkt. Hiermee zijn de fundamenten gelegd, is de haalbaarheid aangetoond, alsook de meerwaarde voor de klinische praktijk. Verdere opschaling is afhankelijk van technologische evoluties, marktontwikkeling en blijvende investeringen.

Het project omvat niet louter technologische innovaties, maar is een strategische keuze met impact op zorgprocessen, IT-architectuur, veiligheidsbeleid, opleiding van zorgprofessionals en samenwerking tussen industrie, zorg en onderwijs. De oprichting van het 5G Experience Center en de ontwikkeling van opleidingsprogramma's tonen dat kennisdeling en capaciteitsopbouw essentieel zijn om 5G duurzaam te integreren. Opleiding en change management zijn nodig om zorgprofessionals vertrouwd te maken met nieuwe technologieën. De multidisciplinaire aanpak blijkt een belangrijke succesfactor.

De resultaten van het project tonen aan dat een 5G Mobile Private Network een strategische troef vormt voor toekomstgerichte zorginstellingen. Een MPN versterkt de continuïteit van zorg doordat kritieke communicatie (zoals verpleegoproepen, medische sensoren) en interne communicatie op een eigen, afgeschermd netwerk draait. Dit minimaliseert het risico op uitval en verhoogt de betrouwbaarheid tijdens urgente situaties. Ook voor voice en telefonie toepassingen blijkt het een kostenefficiënt en waardevol alternatief voor DECT. Daarnaast biedt een MPN een hoge mate van flexibiliteit. Het netwerk kan eenvoudig worden opgeschaald naar meerdere campussen of satellietlocaties, zonder telkens een volledig nieuwe infrastructuur te moeten uitrollen. Dit maakt het mogelijk om nieuwe zorgmodellen, zoals gedistribueerde zorg of mobiele teams, efficiënt te ondersteunen. Tot slot vormt een MPN een krachtige motor voor innovatie. Het creëert een robuuste basis voor toepassingen zoals IoT-sensoren, AR/VR-ondersteunde training en remote patiëntmonitoring. Deze technologieën maken het mogelijk om zorgprocessen slimmer te organiseren, administratieve lasten te verlagen en patiënten ook buiten het ziekenhuis nauwgezet op te volgen.

Conclusie: een blauwdruk voor 5G in de zorg

Het 5G H.E.A.L.T.H. project heeft niet alleen de technische haalbaarheid van 5G in de zorg aangetoond, maar ook een breed toepasbaar raamwerk opgeleverd voor toekomstige implementaties. De combinatie van technische validatie, praktijkgerichte use cases en systematische probleemoplossing resulteert in een blauwdruk die andere ziekenhuizen en zorgorganisaties kunnen gebruiken om hun eigen 5G-traject vorm te geven.

De belangrijkste les is dat succesvolle implementatie vraagt om een geïntegreerde aanpak: een combinatie van technische expertise, multidisciplinaire samenwerking, iteratieve ontwikkeling en continue evaluatie. Door deze aanpak te volgen, kunnen zorginstellingen de meerwaarde van 5G maximaal benutten en zich voorbereiden op een toekomst waarin connectiviteit een cruciale rol speelt in veilige, efficiënte en innovatieve zorgverlening.

9. REFERENTIES

Attaran, M. (2023). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization: The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *14*(5), 5977–5993. https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x

Batool, I. (2025). Real-Time Health Monitoring Using 5G Networks: Deep Learning–Based Architecture for Remote Patient Care. *JMIRx Med*, *6*, e70906–e70906. https://doi.org/10.2196/70906

Devi, D. H., Duraisamy, K., Armghan, A., Alsharari, M., Aliqab, K., Sorathiya, V., Das, S., & Rashid, N. (2023). 5G Technology in Healthcare and Wearable Devices: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *23*(5), 2519. https://doi.org/10.3390/s23052519

Elendu, C., Elendu, T. C., & Elendu, I. D. (2024). 5G-enabled smart hospitals: Innovations in patient care and facility management. *Medicine (Baltimore)*, *103*(20), e38239. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000038239

European Union. (2024). 5G-TRACE: 5G-based transformation of a cancer hospital. Horizon Europe. 5g-trace.eu

Extended Reality in the Operating Room: Robot-Assisted Orthopedics Surgery with Live and Interactive Streaming for Medical Students. (n.d.). *Congreso XoveTIC: Impulsando El Talento Científico (6º. 2023. A Coruña)*. https://doi.org/10.17979/spudc.000024.10

Federale overheid. (2026). *Alles wat je moet weten over 5G*. https://over5g.be/

GSMA. (2022). 5G case study: Enabling digital healthcare. 5G Healthcare | GSMA 5G Business Accelerator Hub

GSMA. (2022). Extended reality (XR) in healthcare: 5G-enabled training and simulation. Extended reality in healthcare: the future of augmented care | Pilotfish

Hsu, R., McCabe, C., Ellison, C., Howells, M., & Loetscher, T. (2024). Bridging the Gap: Virtual Reality as a Tool for De-Escalation Training in Disability Support Settings. *Multimodal Technologies and Interaction*, *8*(11), 100. https://doi.org/10.3390/mti8110100

Moore, N., Ahmadpour, N., Brown, M., Poronnik, P., & Davids, J. (2022). Designing Virtual Reality–Based Conversational Agents to Train Clinicians in Verbal De-escalation Skills: Exploratory Usability Study. *JMIR Serious Games*, *10*(3), e38669. https://doi.org/10.2196/38669

Poels, R. (2024). De uitdagingen in de zorg. In *Digitale transformatie bij een zorginstelling* (pp. 9-18). BSL Media & Learning. https://doi.org/10.1007/978-90-368-3067-6_2

Proximus. (2026). *5G en jouw gezondheid*. https://www.proximus.com/nl/network/5g/health.html

Sagae, Y., Yamanoi, K., Horie, A., Kaneda, M., Sunada, M., Miyamoto, T., Mizuno, R., Taki, M., Murakami, R., Yamaguchi, K., Hamanishi, J., Baba, T., Terai, Y., Yokoyama, Y., Kondo, E., Kobayashi, H., Mandai, M. Online Live Streaming System for Robotic Surgery With Bidirectional Discussion Through a Commentator: A Multi-Institutional Observational Study. *Asian J Endosc Surg*. 2025 Jan-Dec;18(1):e70072. Doi: https://doi.org/10.1111/ases.70072

Varga, P., Peto, J., Franko, A., Balla, D., Haja, D., Janky, F., Soos, G., Ficzere, D., Maliosz, M., & Toka, L. (2020). 5G support for Industrial IoT Applications Challenges, Solutions, and Research gaps. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *20*(3), 828. https://doi.org/10.3390/s20030828

10. COLOFON

AZ GROENINGE

Brian Desplinter, Kevin Meerschaert
brian.desplinter@azgroeninge.be
Homepage | AZ Groeninge

MEDIAVENTURES REMOTE-OR BV

Arne Van Renterghem
arnevanrenterghem@mediaventures.be
Home Page - mediAVentures

ONEBONSAI

Evarest Schoofs, Thomas Bonemeijer
hello@onebonsai.com
onebonsai.com

PROXIMUS NXT

Jurgen De Klerck, Alexander Janssens, Joke Tisaun
jurgen.de.klerck@proximus.com
ICT voor bedrijven en overheden | Proximus NXT

TELEVIC

Pieter Crombez
p.crombez@televic.com
Communicatie die ertoe doet | Televic

VIVES

Eveline Crevits, Maka De Lameillieure, Lisa Kerckhof
eveline.crevits@vives.be
Zoveel toekomst. Zoveel VIVES. | Hogeschool VIVES