



Narrowband-IoT: doorbreek de grenzen van IoT

Narrowband IoT (NB-IoT) is een nieuwe standaard voor het verbinden van internet of things-projecten.

The future is exciting.

Ready?



Management samenvatting

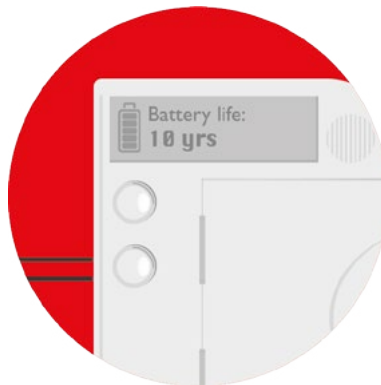
Dit whitepaper verschaft technische beslissers inzicht in NB-IoT, de communicatietechnologie die ten grondslag ligt aan grootschalige industriële Internet of Things toepassingen.

Wat zijn LPWA en NB-IoT?

Low Power Wide Area (LPWA) is een term die gebruikt wordt voor de draadloze communicatietechnologieën die speciaal zijn ontwikkeld om Internet of Things toepassingen te ondersteunen. De LPWA technologie is ontwikkeld om:



Goede dekking te bieden met een groot bereik, zelfs wanneer apparaten onder de grond of diep in gebouwen zitten;



Efficiënt om te gaan met energie, zodat apparaten tien jaar kunnen draaien op batterijen, zonder dat ze hoeven te worden opgeladen;



Enorme opschaling mogelijk te maken, zodat miljoenen apparaten één enkele installatie kunnen worden verbonden;



Gebruik te maken van goedkope hardware, zodat data kan worden verzameld met apparaten die minder dan tien dollar per stuk kosten;



Weinig bandbreedte te gebruiken, waarbij in de meeste toepassingen niet meer dan een paar byte aan data per apparaat per dag wordt verzonden.

Er zijn een aantal technologieën ontwikkeld die voldoen aan de eisen van LPWA. Wij geloven dat Narrowband IoT (NB-IoT) niet alleen voldoet aan de vereisten voor grote industriële toepassingen, maar dat het ook de beste keuze is voor carriers, fabrikanten van hardware en uiteindelijk voor grootzakelijke gebruikers. Om te laten zien waarom NB-IoT uniek gepositioneerd is voor zakelijke IoT-toepassingen vergelijken we NB-IoT met twee LPWA-alternatieven, LoRa en Sigfox.

Lees meer over LPWA, NB-IoT en de concurrerende technologieën op pagina 5.

Belangrijkste conclusies

De snelle ontwikkeling van het Internet of Things zorgt voor de urgente vraag naar een energiezuinige oplossing om duizenden apparaten met elkaar te verbinden. Dat is bij uitstek wat NB-IoT biedt.

Industrieel toepasbare technologie:

NB-IoT biedt een groot bereik, snelheid en efficiënt stroomverbruik tegen een lage prijs.

- **Dekking onder uitdagende omstandigheden.** NB-IoT zorgt voor dekking in moeilijke omgevingen die kenmerkend zijn voor LPWA-toepassingen. Omdat het gebruik maakt van gelicentieerde frequenties (net als 3G en 4G) is er geen significant probleem met interferentie.
- **Sneller datatransport,** zonder beperkingen in gebruik. NB-IoT kent geen wettelijke beperkingen op de hoeveelheid data die een apparaat verzendt - de zogenoemde duty cycle. Dit zorgt voor een goede performance, wat belangrijk is bij een planning die een decennium of meer beslaat.
- **Flexibel energiemangement voor een operationele levensduur van vijftien jaar.** Ondanks de grote voordelen op het gebied van dekking en snelheid heeft

NB-IoT een batterijduur die niet onderdoet voor andere LPWA-technologieën. Dit komt onder meer door de geavanceerde stroombesparing die onnodig verkeer over het netwerk tot een minimum beperkt.

- **Eenvoudig ontwerp om kosten te beperken.** NB-IoT is ontworpen om de kosten voor hardware zo laag mogelijk te houden, van de chipsets tot de antennes. We verwachten dat de kosten van de communicatie-onderdelen zelfs zullen dalen onder de twee dollar als de productie eenmaal op volle toeren draait.

Lees meer over de technische voordelen van NB-IoT op pagina 6.

De praktische keuze:

NB-IoT is een open standaard gebaseerd op LTE. Hij wordt ondersteund door de grote hardware fabrikanten, en is gebouwd op vertrouwde technologie om integratie in bestaande infrastructuur en processen eenvoudiger te maken.

- **Kan snel en flexibel worden ingezet door carriers.** NB-IoT kan flexibel worden ingezet op ieder bestaand netwerk. Dit kan door de footprint van het LTE-netwerk in-band te gebruiken, maar ook stand alone naast andere netwerktechnologieën.
- **Brede steun uit de markt als open 3GPP standaard. NB-IoT is een open standaard.** Het aantal hardware fabrikanten en netwerkkoperators dat deze standaard ondersteunt heeft ondertussen de kritieke massa bereikt. Het is een goede keuze voor wereldwijde lange termijn commitment die schaalvoordelen biedt.

- **Eenvoudig te integreren in bestaande mobiele ecosystemen.** NB-IoT lijkt veel op LTE, zodat het vertrouwd is voor netwerkbouwers, applicatieontwikkelaars en hardware fabrikanten.

Lees meer over de praktische voordelen van NB-IoT op pagina 10.

Veilig en beschikbaar

Veiligheid is belangrijk voor iedere IoT-installatie. NB-IoT heeft de sterke veiligheidsspecificaties van LTE overgenomen, wat het de veiligste keuze maakt.

- **Veiligheid is belangrijk bij LPWA.** Zelfs de meest eenvoudige verbonden apparaten kunnen zorgen voor verstoring van de business als ze gehackt worden. Security is daarom cruciaal.
- **Het beveiligen van ultra-eenvoudige apparaten is een uitdaging.** De beperkte bandbreedte en bescheiden processorcracht maken zelfs de meest basale securityzaken als authenticatie en encryptie lastig.
- **Bedrijfseigen LPWA-technologie is niet voldoende.** Hoewel LoRa het verkeer encrypt, doet Sigfox dat niet. En beiden zijn gevoelig voor verstoring van het signaal.

- **NB-IoT maakt gebruik van de authenticatie en encryptie van LTE.** NB-IoT maakt gebruik van authenticatie van zowel het netwerk als het toestel, en encrypt het dataverkeer tussen de apparaten diep in het netwerk.

Lees meer over de veiligheidsaspecten van LPWA op pagina 14.

Introductie:

Waarom LPWA-technologie belangrijk is

De juiste connectiviteit kan een IoT-project maken of breken. Volgens ons is NB-IoT de beste keuze voor business cases die vragen om een laag energiegebruik en een groot bereik. Dat leggen we graag uit.

Grootschalige IoT-projecten hebben specifieke eisen op het gebied van connectiviteit

De meeste veelbelovende toepassingen van IoT hebben dezelfde behoefte aan basale draadloze connectiviteit. Of het nu gaat om slimme watermeters, connected landbouw, smart cities of het tracken van uw assets, deze toepassingen hebben allemaal behoefte aan:

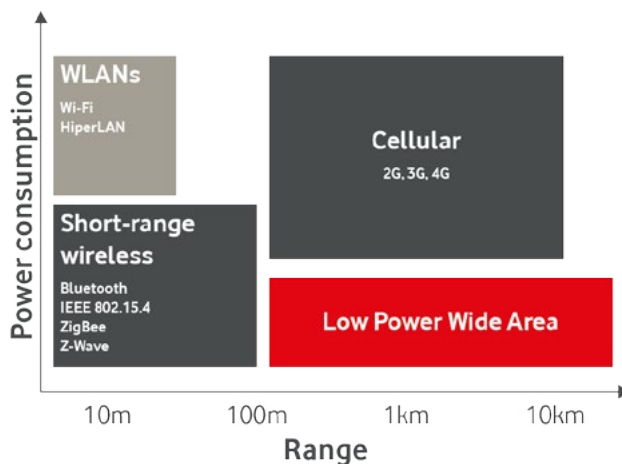
- **Een lange levensduur.** Veel apparaten, zoals sensoren die de grondkwaliteit meten in de landbouw, bevinden zich niet in de buurt van een stroomvoorziening. Batterijen moeten het de hele levensduur van het apparaat uithouden, tot wel tien jaar of meer.
- **Diepe dekking.** Apparaten als gas- en watermeters worden op allerlei plekken ingezet, van stedelijke gebieden en onder deksels tot diep in gebouwen. Het netwerk moet dus wel die plekken kunnen bereiken.
- **Enorm grootschalig, tegen lage kosten.** Apparaten als rook- en brandmelders of slimme vuilnisbakken worden soms met duizenden tegelijk geïnstalleerd, mogelijk zelfs met miljoenen tegelijk. De kosten voor het apparaat en de connectiviteit moeten laag zijn en het netwerk moet in staat zijn om de grote dichtheid van apparaten te bestrijken, zonder in te boeten op de kwaliteit van de dienst.
- **Lage bandbreedte.** Apparaten sturen soms maar een paar byte aan data per dag. Slimme parkeermeters bijvoorbeeld sturen alleen een bericht als er een plek vrijkomt. Bij dergelijke toepassingen is er geen noodzaak voor voice-ondersteuning of dubbele datatransmissie.

Volgens Machina Research zijn er momenteel meer dan 40 miljoen actieve LPWA endpoints (2016). Naar verwachting zullen de LPWA-toepassingen in 2024 meer dan de helft van alle draadloze IoT-verbindingen uitmaken.

De vijf tieners van LPWA

De draadloze technologie die nodig is in dergelijke toepassingen vraagt om lage kosten, een laag energiegebruik en een ver bereik. Daarom hebben we de afgelopen jaren de opkomst gezien van een nieuwe vorm van connectiviteit: LPWA (Low power wide area).

Er is geen eenduidige definitie voor LPWA, maar er is wel een vuistregel: een LPWA-apparaat moet minimaal **tien jaar** werken, een bereik hebben van **tien kilometer**, niet meer kosten dan **tien dollar**, verzendt minder dan **10 bytes per uur**, en iedere cel zou in staat moeten zijn om **tienduizend apparaten** te ondersteunen.



Veel technologieën strijden om een positie in LPWA

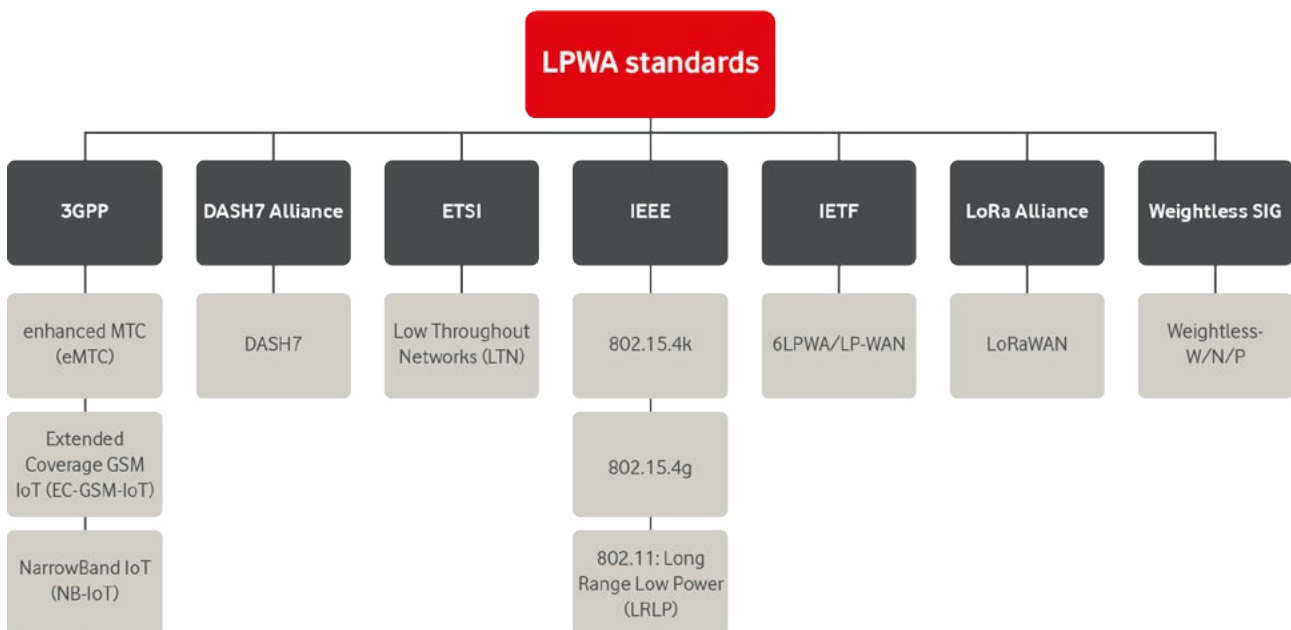
Er worden veel technologieën ontwikkeld om aan deze, of vergelijkbare, criteria te voldoen door een breed scala aan bedrijven, organisaties, normeringsinstanties en samenwerkingsverbanden. Weightless, DASH, 802.11ah, Ingenu, LTE-M, EC GSM IoT strijden allemaal om marktaandeel, en allemaal spelen ze op een andere manier in op de praktische eisen die worden gesteld aan LPWA. Een belangrijk aspect daarin is of ze gebaseerd zijn op open standaarden of bedrijfseigen technologie.

Een paar technologieën lopen in het LPWA speelveld voorop, waaronder Sigfox, LoRa en NB-IoT. Allemaal kunnen ze bogen op een aantal aansprekende installaties, technologische volwassenheid en ondersteuning vanuit de markt. Dit zijn dus de meest voor de hand liggende oplossingen voor bedrijven die aan de slag gaan met LPWA IoT-projecten.

Wat is nu de beste technologie om te voldoen aan de connectiviteitsbehoeften van uw LPWA-project? En wat is op lange termijn de veiligste keuze voor uw organisatie? Het gaat tenslotte om apparatuur die in praktijk meer dan tien jaar mee moet gaan.

Vodafone heeft iedere LPWA-technologie die in ontwikkeling is getest, en we hebben daarop besloten te kiezen voor NB-IoT. Wij vinden dat de wereldwijd gestandaardiseerde technologie het beste is om veiligheid, interoperabiliteit, schaalbaarheid, kwaliteit en een lange levensduur te garanderen. NB-IoT speelt bij uitstek in op low power wide area eisen, is geschikt voor grootschalige installaties en heeft enorme potentie op succesvolle adoptie in de markt.

In dit whitepaper leggen we uit hoe we tot deze conclusie zijn gekomen. Wanneer u betrokken bent bij het maken van technologische beslissingen in uw organisatie nodigen we u uit hier kennis van te nemen.



NB-IoT in het kort

NB-IoT is een technologie die is ontwikkeld door 3GPP, en gestandaardiseerd als onderdeel van de 3GPP release 13 in juni 2016. Het is een mobiele technologie die verwant is aan LTE, speciaal ontwikkeld voor LPWA-toepassingen, gebruik makend van een gecliceerd spectrum van mogelijke kanalen. Het is ontwikkeld om de dekking met 20dB te verbeteren ten opzichte van GSM, 12 tot 15 jaar te functioneren op één batterij, in goedkope hardware, compatibel met bestaande netwerken en even veilig als LTE. Het kan zelfstandig worden gebruikt op verschillende kanalen met een bandbreedte van niet meer dan 200kHz.

Lees meer over de specificaties van NB-IoT als onderdeel van de 3GPP release 13 uit juni 2016 op http://www.3gpp.org/images/PDF/R13_IOT_rev3.pdf

Geschied voor industrieel gebruik

LPWA is bedoeld om de grootst mogelijke dekking te bieden tegen het laagst mogelijke energiegebruik en de laagste kosten met behoudt van capaciteit om relevante data door te geven.. We hebben NB-IoT op deze gebieden vergeleken met LoRa en Sigfox.

	LoRa	Sigfox	NB-IoT
Dekking	160dB	157dB	164dB
Technologie	Proprietary	Proprietary	Open LTE
Spectrum	Geen licentie	Geen licentie	Licentie(LTE/anders)
Beperkingen in gebruik	Ja	Ja	Nee
Beperking in output	Ja (14dBm = 25mW)	Ja (14dBm = 25mW)	Nee (23dBm = 200mW)
Downlink data rate	<0.1kbps	<10kbps	0.5 – 200kbps
Uplink data rate	<0.1kbps	<10kbps	0.3 – 180kbps
Batterijduur(200b/dag)	10+ jaar	10+ jaar	15+ jaar
Kosten module	<\$10 (2016)	<\$10 (2016)	\$6 (2017) to <\$2 (2020)
Security	Laag	Laag	Zeer hoog

Fig 1. Meer dekking bij uitdagende installaties

1.1. Meer dekking bij uitdagende installaties

Bij LPWA-installaties worden de apparaten vaak neergezet op plaatsen die niet echt goed bereikbaar zijn voor normale radiosignalen. Ze bevinden zich onder de grond, diep in gebouwen of in landelijke gebieden ver van zendmasten.

communiceren met het netwerk. Ook kan het netwerk dan toe met minder zendmasten (of, afhankelijk van het netwerk-type, gateways en versterkers) om een bepaald gebied te bestrijken.

Een connectiviteitstechnologie met betere dekking betekent niet alleen dat apparaten in moeilijke installaties beter presteren, maar ook dat de andere apparaten beter

Een eenvoudige en eerlijke manier om de prestatie van een connectie te kwantificeren is Maximum Link Budget:



Fig 2. NB-IoT delivers a huge increase in coverage.

NB-IoT biedt dus een betere dekking dan de alternatieve LPWA-technologieën. Vergeleken met de normale GSM/GPRS-zenders is het verschil zelfs 20dB, wat gelijk staat aan een bereik dat zeven keer groter is. Tijdens onze testen

kon NB-IoT zelfs doordringen in twee of drie lagen dikke muren, wat betekent dat ook apparaten in kelders en ondergrondse parkeergarages bereik hebben.

2.2. Sneller datatransport, zonder beperkingen in gebruik

Veel toepassingen van LPWA vereisen slechts minimale online bandbreedte, terwijl dekking en energiezuinigheid voorop staan. Uiteindelijk is het echter altijd goed om meer bandbreedte beschikbaar te hebben. Dit geeft gebruikers in de loop der jaren meer speelruimte bij het ontwikkelen van de technologie die ze gebruiken. Maar het grootste voordeel is dat dit zelfs onder moeilijke omstandigheden de prestatie garandeert.

NB-IoT heeft in theorie een bandbreedtevoordeel op zowel Sigfox als LoRa, met downlink rates tot 235kbps (in standalone situaties). De maximum data rate van LoRa is 27 kbps. Aan de uiterste grens van de dekking (bij een signal to noise ratio van -12,6 dB) is de data-overdracht bij NB-IoT weliswaar fors teruggelopen tot 3kbps, maar bij Sigfox en LoRa is dat bijna volledig weggevallen tot 0.

	Goed	Grens van de cel	Diepe dekking +10dB	Extreme dekking +20dB
	SNR > 7.4dB	SNR = 7.4dB	SNR = -2.6dB	SNR = -12.6dB
Downlink (kbps)	235	75	34	3

Fig 3. NB-IoT downlink throughput at different coverage levels (from R1-157741, Summary of NB-IoT evaluations results, 3GPP RAN1#83, Nov 2015).

De belangrijkste beperking in bandbreedte voor technologieën als LoRa en Sigfox is dat ze vanwege het gebruik van ongelicenceerde kanalen te maken hebben met grote wettelijke beperkingen op het gebruik van die kanalen, die maar een beperkt deel van de tijd bezet mogen zijn, vaak niet meer dan 1 procent.

Neem bijvoorbeeld de manier waarop dit data-transfers van Sigfox raakt. Een signaal van Sigfox is maximaal 12 bytes, en doet er zes seconden over om verzonden te worden. Met een maximum kanaalgebruik van 1 procent kan een Sigfox-apparaat 144 berichten verzenden per 24 uur, met een maximum aan data van 1,6 kB.

Dat hoeft bij normaal gebruik geen probleem te zijn, wanneer een apparaat alleen maar een dagelijkse update over de status verzendt van een paar byte. Maar het wordt een echte hindernis wanneer er in bepaalde perioden sprake is van verhoogde activiteit, als er een groot aantal signalen verstuurd moet worden, of in de situatie dat een nieuwe versie van de firmware draadloos moet worden geïnstalleerd.

Zware netwerkbelasting zorgt voor storing bij LoRa

Net als bij alle radionetwerken wordt de prestatie van LoRa minder goed naarmate de ontvanger zich verder weg bevindt van het zendstation of de gateway. Bij LoRa is dat op ongeveer twee kilometer. LoRa en Sigfox werken op ongelicenceerde ISM-kanalen van 868MHz in Europa en 902 MHz in de VS. Deze kanalen worden gereguleerd door beperkingen te stellen aan het gebruik. Daarnaast zijn er andere toepassingen op deze band actief, zoals draadloze alarmsystemen en afstandsbedieningen. Dit zijn allemaal factoren die de prestatie fors beïnvloeden (zie ook het Ofcom rapport *Short Range Devices operating in 862–686 MHz band*, Ovum, Augustus 2010). Problematischer nog is dat de doorgifte van het signaal bij LoRa aanzienlijk minder goed wordt als het druk is op het netwerk, of de belasting groter is. Het matige traffic management zorgt ervoor dat er dan veel pakketjes verloren gaan door botsingen en interferentie. Dat wordt problematisch wanneer er meer dan een paar honderd apparaten communiceren, omdat een van de kenmerken van LPWA juist is dat het miljoenen apparaten aan kan. NB-IoT is juist ontworpen om 100.000 tot 200.000 apparaten aan te kunnen per 200 kHz carrier op een cel, terwijl Sigfox claimt een miljoen apparaten per access point te kunnen bedienen.

3. Flexibel energiemangement voor een operationele levensduur tot vijftien jaar

Alle LPWA-technologieën zijn energiezuinig. De totale levensduur van een batterij hangt af van de sterkte van het ontvangen signaal en de hoeveelheid data die per dag wordt verzonden. De meeste LPWA-apparaten kunnen makkelijk tien jaar meegaan zonder opnieuw op te laden, zelfs wanneer we lekkage van stroom en andere factoren meerekenen.

NB-IoT doet het zelfs beter, omdat het zo robuust gebouwd is. In onze tests kwamen we zelfs uit op een berekende levensduur van vijftien jaar, zelfs aan de grens van het dekkingsgebied.

Levensduur batterij	Grens van de cel D	Diepe dekking	Extreme dekking
5Watt	144 dB MCL	154 dB MCL	164 dB MCL
50 bytes/dag	36,7	33,1	20
200 bytes/dag	36,3	29,7	14,2

Fig 4. Geschatte batterijduur in jaren bij de verschillende niveaus van dekking en datavolume. Bron: R1-157741, Summary of NB-IoT evaluation results, 3GPP RAN1#83, Nov 2015.

Er zijn veel manieren om het energiegebruik terug te dringen en de levensduur te beïnvloeden. De meest eenvoudige is het apparaat in een slaapstand te houden, zodat het geen energie gebruikt om contact met het netwerk te houden als er geen communicatie nodig is. Power management is in feite het vinden van een balans tussen de frequentie van de berichten, actieve status van de apparaten en de businessbehoeften.

LTE-M: extra bandbreedte voor veeleisende toepassingen

Voor toepassingen waar een grotere bandbreedte nodig is dan NB-IoT, heeft 3GPP een andere LPWA-technologie gedefinieerd, namelijk LTE-M, ook wel LTE Cat. M1 genoemd. LTE-M is minder flexibel in zijn toepassing, en de dekking is minder groot. Maar het biedt wel vijf keer meer downlink capaciteit. NB-IoT en CAT-M zijn complementaire communicatietechnologieën die Vodafone kan ondersteunen op zijn LTE-netwerken. We geven in eerste instantie prioriteit aan NB-IoT technologie op ons netwerk, om in te spelen op de behoefte aan energiezuinige toepassingen met grote dekking waar de reguliere mobiele technologie niet werkt.

South East Water: ondergrondse dekking

In Australië is NB-IoT getest door South East Water. Voor het monitoren van regenwatertanks en de stroming door leidingen. Ook werd het ingezet om de toegang tot riolen, parkeerplaatsen en andere locaties te beveiligen. South East Water wilde uiteindelijk de prestaties analyseren, de status van apparaten in de gaten houden en storingen in het netwerk real-time zien. Omdat veel van de sensoren onder putdeksels en onder de grond liggen is dit bij uitstek het bewijs dat NB-IoT in staat is om met een sterk signaal diep door te dringen.

NB-IoT beschikt over twee energiebesparende functies die er samen voor zorgen dat zowel de prestatie als de efficiëntie beter zijn: Extended Discontinuous Reception (eDRX) en Power Saving Mode (PSM).

Wanneer een apparaat wordt aangesloten op het netwerk, stuurt dit netwerk regelmatig signalen over de kanalen dat de apparaten kunnen opvangen en waar ze op kunnen reageren. Dat gebeurt in de regel om de paar seconden, zodat het netwerk altijd over actuele informatie beschikt over de apparaten die erop aangesloten zijn. Dat gaat echter ten koste van de batterijduur, omdat de apparaten hierdoor altijd aan staan. Het meest efficiënt is daarom de Power Saving Mode (PSM) die de apparaten tot wel 310 uur in slaapstand kan zetten, waarbij ze maar heel kort luisteren naar en reageren op de signalen van het netwerk. Tijdens deze slaapstand is het apparaat niet te bereiken. Extended Discontinuous Reception (eDRX) rekt het interval tussen de signalen op tot bijna drie uur, waardoor het apparaat niet onnodig geactiveerd wordt terwijl het netwerk het apparaat wel kan bereiken wanneer dat nodig is..

4. 4. Eenvoudig en kosteneffectief ontwerp

Een van de belangrijkste argumenten voor Sigfox en LoRa is dat GSM-gebaseerde oplossingen over het algemeen complex zijn. Maar NB-IoT is juist zodanig ontworpen dat de zaken die conventionele GSM duur maken zoveel mogelijk worden vermeden.

NB-IoT hardware heeft bijvoorbeeld maar een klein geheugen nodig, dat ook nog eens de goedkope PSRAM-variant is. Ook is maar één antenne nodig, en is er geen noodzaak voor volledige duplex-werkzaamheid, wat de kosten van een RF duplexer elimineert. Vergeleken met LTE zijn er weinig beperkingen op timing delays, wat minder zware eisen stelt aan het chipontwerp en de productie ervan. NB-IoT apparaten hebben een minder hoge kloksnelheid nodig, en kunnen daarom dus in grote batches worden geproduceerd in grote chipfabrieken, tegen lage kosten. Het gebruik van de 200 kHz bandbreedte vermindert de noodzaak om grote buffers en verwerkingsblokken te gebruiken, terwijl de gebruikte decoder het ontwerp van de modem en de Digital Signal Processor (DSP) vereenvoudigt.

Hierdoor verwachten we dat NB-IoT apparaten, inclusief de ontvanger en chipsets, in 2020 per stuk minder dan 2 dollar zullen kosten, waar een LTE-apparaat op dit moment 40 dollar kost. Dit zal NB-IoT communicatie op zijn minst net zo betaalbaar maken als LoRa en Sigfox..



De praktische keuze

NB-IoT krijgt brede steun vanuit de industrie, wat het een toekomst vaste keuze maakt voor installaties met een lange looptijd.

1. 1. Snel en eenvoudig in te voeren voor carriers

Wanneer u een keuze maakt voor een van de LPWA-technologieën wilt u zeker weten dat de netwerken beschikbaar zijn als u wilt beginnen, met voldoende nationale en internationale dekking om desgewenst op te schalen.

NB-IoT is een 3GPP standaard die nauw verwant is aan LTE. Daarom kan het worden geïnstalleerd op vrijwel alle LTE base stations, naast LTE-verkeer, door een standaard software upgrade van het Radio Access Network (RAN). Vodafone is bezig om NB-IoT aan 85 procent van zijn netwerk toe te voegen door middel van die upgrade, terwijl voor de rest van het netwerk een kleine hardware-aanpassing nodig is. Het doel is om in 2020 alle LTE-sites te voorzien van NB-IoT. Alle tests hebben tot nu toe laten zien dat NB-IoT functioneert naast legacy-technologie.

Network operators kunnen kiezen uit drie installatie-opties voor verschillende netwerkomgevingen. Dit maakt NB-IoT de meest flexibele LPWA-technologie. Het past in het 280 KHZ-spectrum, wat aansluit bij het standaard LTE Physical Resource Block (PRB). Wanneer het niet wenselijk is om de capaciteit van LTE te verminderen kan NB-IoT ook geïnstalleerd worden binnen de veiligheidsband aan de randen van de LTE-allocatie; dit is de ruimte tussen de frequenties die bedoeld is om interferentie tegen te gaan. NB-IoT kan ook standalone worden geïnstalleerd in het GSM spectrum van een carrier, bijvoorbeeld op een locatie waar de volledige 4G roll-out nog niet rond is, of behoefte is aan een standalone oplossing naast het LTE-spectrum. NB-IoT heeft geen andere systeemsignalen nodig.

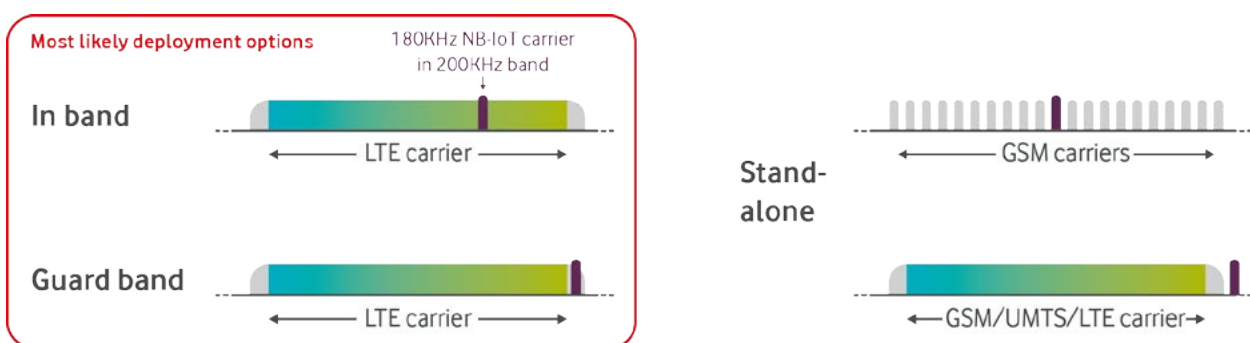
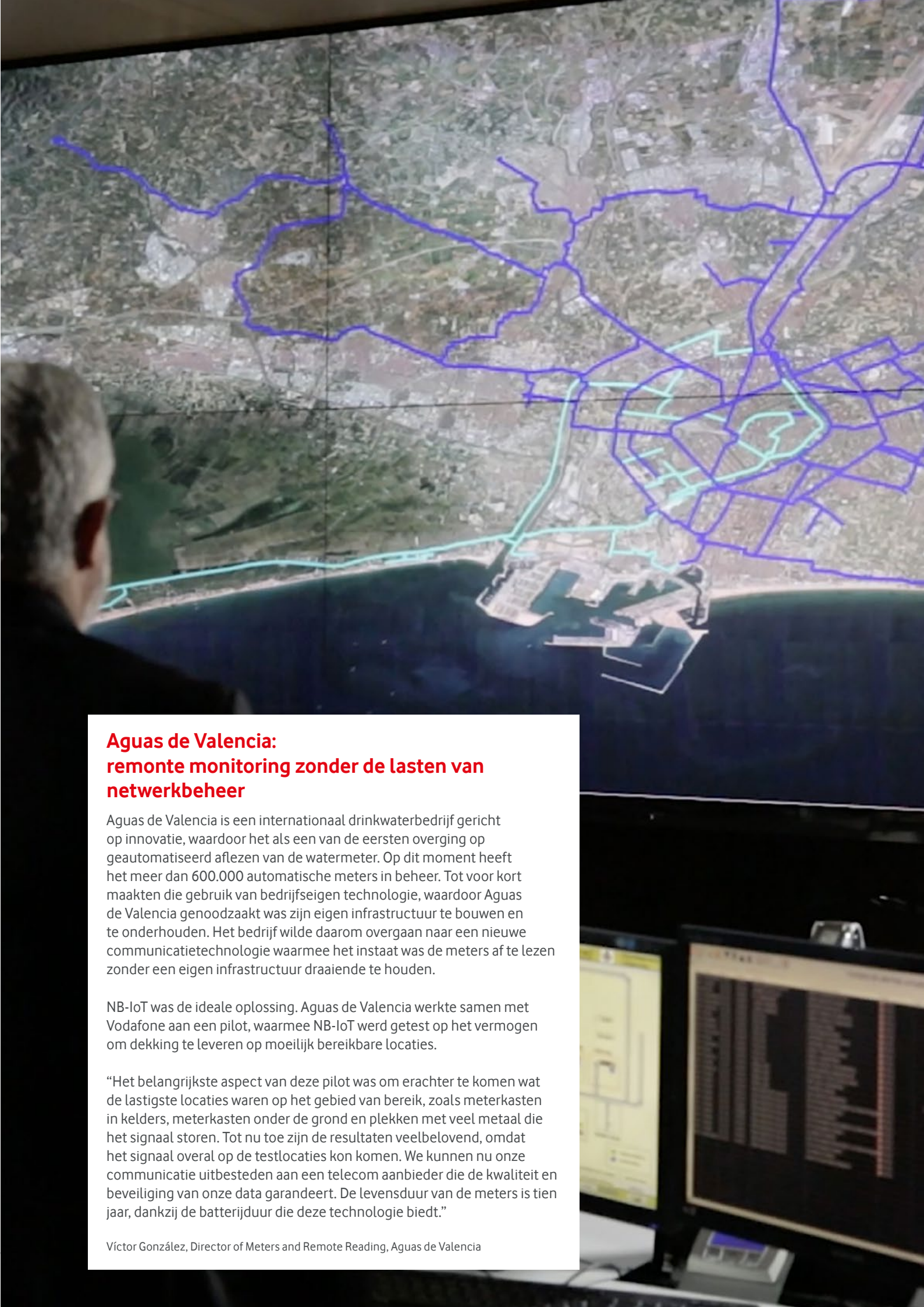


Fig 5. NB-IoT is closely related to 4G LTE.

Deze flexibiliteit en de mogelijkheid om bestaande netwerkdelen te gebruiken biedt een groot voordeel boven bedrijfseigen radiotechnologieën als Sigfox en LoRa. Daarvoor moet een nieuwe netwerkinfrastructuur worden neergezet, met gateways, masten en repeaters, die apart beheerd moet worden, ofwel door de carrier ofwel apart door het bedrijf of een consortium van bedrijven.

Dergelijke installaties zijn niet alleen kostbaar en tijdrovend, maar ze leveren ook uitdagingen op rond vergunningen, backhaul provisioning en andere kwesties, vooral in dichte stedelijke gebieden.



Aguas de Valencia: remonte monitoring zonder de lasten van netwerkbeheer

Aguas de Valencia is een internationaal drinkwaterbedrijf gericht op innovatie, waardoor het als een van de eersten overging op geautomatiseerd aflezen van de watermeter. Op dit moment heeft het meer dan 600.000 automatische meters in beheer. Tot voor kort maakten die gebruik van bedrijfseigen technologie, waardoor Aguas de Valencia genoodzaakt was zijn eigen infrastructuur te bouwen en te onderhouden. Het bedrijf wilde daarom overgaan naar een nieuwe communicatietechnologie waarmee het instaat was de meters af te lezen zonder een eigen infrastructuur draaiende te houden.

NB-IoT was de ideale oplossing. Aguas de Valencia werkte samen met Vodafone aan een pilot, waarmee NB-IoT werd getest op het vermogen om dekking te leveren op moeilijk bereikbare locaties.

“Het belangrijkste aspect van deze pilot was om erachter te komen wat de lastigste locaties waren op het gebied van bereik, zoals meterkasten in kelders, meterkasten onder de grond en plekken met veel metaal die het signaal storen. Tot nu toe zijn de resultaten veelbelovend, omdat het signaal overal op de testlocaties kon komen. We kunnen nu onze communicatie uitbesteden aan een telecom aanbieder die de kwaliteit en beveiliging van onze data garandeert. De levensduur van de meters is tien jaar, dankzij de batterijduur die deze technologie biedt.”

Víctor González, Director of Meters and Remote Reading, Aguas de Valencia

2. Brede ondersteuning in de markt van deze 3GPP standaard

Wanneer u zich voor tien jaar of meer vastlegt op een LPWA-technologie, wilt u er wel zeker van zijn dat deze ook in de toekomst stabiel blijft. Omdat NB-IoT een open 3GPP standaard is geeft dit bedrijven de garantie dat ze een veilige investering doen in een technologie voor de lange termijn, zonder de risico's die gepaard gaan met bedrijfseigen technologie.

Sigfox is een volledige bedrijfseigen technologie. Hoewel er veel fabrikanten zijn die apparaten als client voor Sigfox, en er netwerk operators zijn die Sigfox aanbieden, wordt alle data verwerkt in de Sigfox cloud, waar de data benaderd kan worden via API's. Bedrijven die kiezen voor Sigfox zouden voor support in de toekomst afhankelijk kunnen zijn van het bedrijf dat Sigfox in handen heeft. Het is daarom zaak goed na te denken over de veiligheid op lange termijn van bijvoorbeeld uw smart-metering oplossing en een keuze te maken voor de meest veilige technologie.

LoRa wordt ondersteund door de LoRa Alliance, en het LoRaWAN netwerkprotocol (dat is ontwikkeld in samenwerking met IBM) is open source. Maar de onderliggende radiotechnologie is bedrijfseigen, zodat klanten ook hier vast zitten aan één aanbieder.

Daar komt bij dat bedrijfseigen oplossingen niet zo breed worden beoordeeld als open standaarden, en dat ze ook niet dezelfde mate van toegang hebben tot R&D-resources tijdens de ontwikkeling. Dat kan een belangrijke overweging zijn bij zaken als optimaliseren van security en prestaties.

Een bedrijfseigen technologie die is gebouwd op basis van het commercieel intellectueel eigendom van één enkele aanbieder zal altijd op de een of andere manier extra kosten met zich meebrengen. Sigfox en Semtech, de ontwikkelaar van LoRa, geven hun technologie

tegen betaling in licentie aan de fabrikanten van netwerktechnologie en hardware. Deze kosten worden doorberekend aan de zakelijke gebruikers. Wanneer de apparaten toe gaan naar prijzen van twee tot tien dollar per stuk, en wanneer bedrijven miljoenen apparaten willen kopen, kan het aandeel van de kosten van het intellectueel eigendom significant worden.

Aan de andere kant profiteren klanten die kiezen voor NB-IoT van alle voordelen van de markt. Nu al krijgt NB-IoT brede steun van netwerk operators als AT&T, Telefonica, China Unicom, China Mobile, Deutsche Telekom, Verizon en Telstra, net als die van Vodafone. Zelfs operators die LoRa en Sigfox inzetten, zoals Orange, investeren in NB-IoT.

Alles bij elkaar wordt NB-IoT ondersteund door dertig van de grootste operators, die communicatie bieden aan meer dan 3,4 miljard klanten, en die geografisch 90 procent van de IoT-markt beslaan.

Deze populariteit zal zorgen voor een sneeuwbal effect dat de positie van NB-IoT als breedst beschikbare LPWA-technologie zal verstevigen. Dit betekent ook dat klanten kunnen standaardiseren op één LPWA-technologie voor toepassingen over de hele wereld.

Een vergelijkbare trend zien we bij de fabrikanten van hardware. Toonaangevende leveranciers als Ericsson, Huawei, Nokia, Qualcomm en Intel hebben zich allemaal geschaard achter NB-IoT, wat betekent dat klanten een brede keuze hebben in apparatuur die past bij verschillende toepassingen, en dit tegen lagere kosten. Zoals al eerder gezegd verwachten we dat de kosten voor NB-IoT apparaten flink lager zal zijn dan die van Sigfox en LoRa hardware.

“Wanneer je kijkt naar de geschiedenis van de draadloze markt, zijn de enige succesvolle technologieën de open standaarden. Er zijn geen voorbeelden van succesvolle bedrijfseigen technologieën. Ik denk dus niet dat deze LPWAN-aanbieders het redden op de lange termijn.”

Professor William Webb, CEO, Weightless; voormalig President, IET; voormalig Director, Ofcom

3. Eenvoudig te integreren in traditionele mobiele technologie

Communicatietechnologie moet goed samenwerken met de rest van de IoT-oplossing. Wanneer het moeilijk is dit te integreren met de applicaties en processen die erover moeten werken gaat dat ten koste van de ROI.

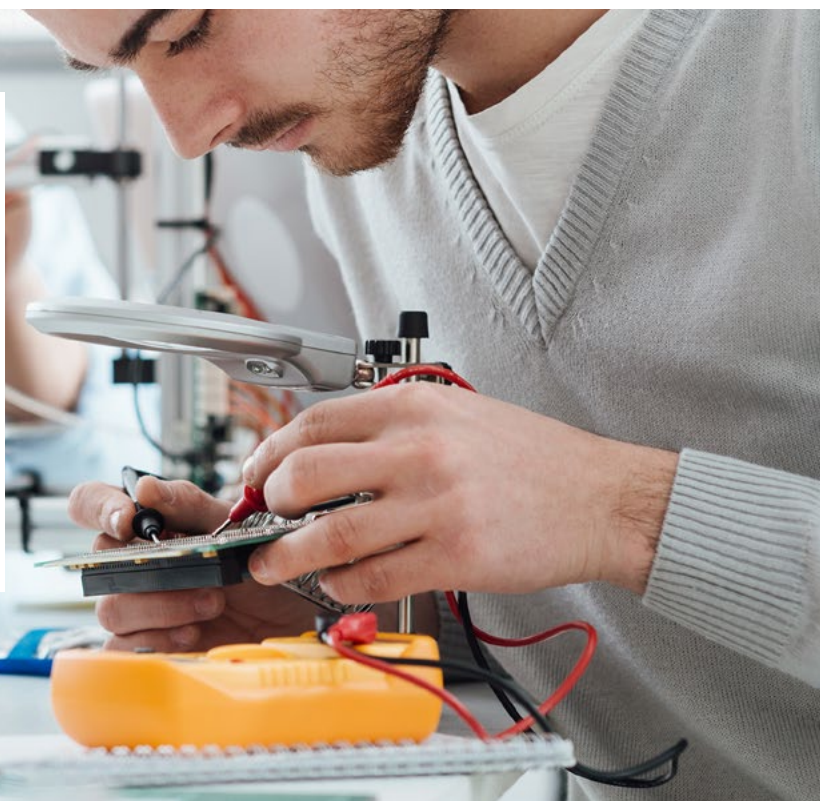
NB-IoT lijkt sterk op traditionele mobiele technologieën, met voorspelbaar verkeersmanagement, security et cetera. Met name op het netwerk van Vodafone kunnen NB-IoT-verbindingen naadloos gemanaged worden naast andere IoT-SIMs op het wereldwijde IoT-platform, met rapportages, self service beheer van de SIM, automatische waarschuwingssignalen, zelf in te stellen parameters en toegang tot API's. Klanten hebben niet te maken met twee verschillende processen, user rights management, software platforms of documentatie om hun LPWA-installaties te managen.

Andere LPWA-technologieën vertonen afwijkend gedrag, of hebben te maken met beperkingen waar ontwikkelaars rekening mee moeten houden.

De verwerking van dataverkeer via LoRa bijvoorbeeld is enorm beperkt. Bij een hoge dichtheid van datapakketjes kan de mate van verlies van die pakketjes oplopen tot 60 procent. LoRa maakt gebruik van een vrij eenvoudige methode om de bezorging van de pakketten te bevestigen, maar om die bezorging te bevestigen moet een tweede pakketje worden verzonden. Dit leidt weer tot toename van het verkeer over het netwerk, botsingen en nog groter verlies van pakketjes. De latency is onvoorspelbaar door het steeds opnieuw sturen van data. Dit zorgt voor hoofdbrekens bij ontwikkelaars die werken aan gegarandeerde en tijdige verzending van de datapakketjes.

NB-IoT testlabs vereenvoudigen de oplossingen

De bedrijven die NB-IoT ondersteunen hebben over de hele wereld een aantal Open Labs neergezet. Hier kunnen hardware-ontwikkelaars en andere bedrijven NB-IoT oplossingen bouwen, testen en certificeren in een veilige testomgeving. Het eerste NB-IoT Open Lab, in Newbury, is in 2016 opgezet door Vodafone en Huawei, en een tweede is recent geopend in Düsseldorf. China Mobile, Etisalat en vele anderen zullen snel volgen. Neem voor een Open Lab bezoek contact op met uw Vodafone accountmanager of bezoek voor meer informatie onze [website](#).



Beveiliging en beschikbaarheid

LPWA-installaties vragen net als iedere andere IoT-oplossing om bescherming. NB-IoT maakt daarvoor gebruik van alle bewezen specificaties van LTE.

Security van LPWA is belangrijk

In ieder onderzoek naar organisaties die IoT gebruiken, inclusief de IoT Barometer van Vodafone, komt het belang van security naar voren. Bedrijven willen niet dat hun IoT-apparaten en verbindingen kwetsbaar zijn voor hackers die hun data willen stelen, de dienstverlening willen verstoren of andere storingen veroorzaken door het op afstand overnemen van de apparatuur.

Het is verleidelijk om te denken dat LPWA-apparatuur te eenvoudig of onbelangrijk is om te hacken. Wat is tenslotte het ergste wat kan gebeuren als een hacker een sensor kan manipuleren, in bijvoorbeeld ene slimme vuilnisbak of een rookalarm? De veiligheid van die apparaten is echter belangrijk. Wanneer een aanval erin slaagt tienduizend rookmelders tegelijk af te laten gaan, of de vuilophaaldienst laat weten dat alle bakken in de hele stad tegelijkertijd moeten worden geleegd, of ervoor zorgt dat door verstoorde sensoren een stuk land te veel mest krijgt, zou chaos ontstaan.

Beveiligen van ultra-eenvoudige apparaten is een uitdaging

De uitdaging is om die apparaten adequaat te beveiligen, met standaard securitykenmerken als authenticatie en encryptie. De meeste LPWA-installaties laten door de aard van hun ontwerp weinig ruimte voor security.

Voor een apparaat van twee tot vijf dollar dat energie moet besparen is de vereiste processorkracht voor het encrypten en ontcijferen van dataverkeer een factor die meespeelt. En wanneer er een beperking op het kanaalgebruik is tot 1 procent kan het lastig zijn om de paar bytes die nodig zijn om een sessie te authenticeren te verzenden. Diezelfde beperkte capaciteit laat geen ruimte voor het patchen van apparaten wanneer in de loop der tijd kwetsbaarheden worden ontdekt. Het neerleggen van een extra communicatielaag om verdacht verkeer te herkennen is één mogelijke oplossing, maar zorgt niet echt voor preventie van of reactie op de disruptie.

Andere LPWA-technologieën doen niet genoeg

Volgens de securitycommunity hebben LoRa en Sigfox enkele belangrijke zwakheden: de bedrijfseigen code zorgt ervoor dat het lastig is om kwetsbaarheden te onderzoeken en vinden voordat hackers ze misbruiken.

Daarnaast hebben LoRa noch Sigfox een voldoende robuuste security. Sigfox heeft het zelfs nauwelijks: het communicatiekanaal is niet encrypted en er is geen ingebouwde authenticatie. Sigfox adviseert om de security op het niveau van de applicatie te regelen. LoRa maakt voor het encrypten van de boodschap wel gebruik van een applicatie sessie key en de integriteit van het bericht wordt gegarandeerd door een netwerk sessie key. Beiden worden verstrekt wanneer het apparaat op het netwerk wordt aangesloten. Maar het managen van de cryptographische keys is een uitdaging.

Dat daarnaast de gebruikte radiofrequentie door iedereen mag worden gebruikt maakt het mogelijk voor kwaadwillenden om verkeer te sturen met de LoRa specificaties, waardoor de legitieme LoRa transmissie verstoord wordt. Zodoende wordt het effect van een DDOS-aanval gecreëerd. Dat kan net zo schadelijk zijn als een beveiligingslek.

NB-IoT maakt gebruik van de authenticatie en encryptie van LTE

NB-IoT is een 3GPP standaard die nauw verwant is aan LTE, en daardoor gebruik maakt van alle securityspecificaties die erbij horen. Een geheime sleutel die bij de fabrikant in het apparaat wordt gebouwd zorgt voor authenticatie voor zowel het netwerk als het apparaat, en genereert zo diep in het netwerk steeds nieuwe sessie keys voor het encrypten van verkeer tussen het apparaat en het netwerk.

Natuurlijk kunnen altijd extra beveiligingslagen worden toegevoegd aan het apparaat, de communicatie en de applicatie om het niveau van de bescherming te vergroten indien gewenst..

De vervolgstappen

Wij denken dat de technologische en commerciële voordelen van NB-IoT de logische keuze maken voor iedere organisatie die nu op zoek is naar een LPWA-oplossing. Maar het is altijd verstandig de technologie zelf te testen voordat u die keuze maakt. Wij helpen u daarbij.

Dit zijn de drie stappen die u kunt nemen:

1



Praat mee over NB-IoT op het NB-IoT Forum van de GSMA. Wij kunnen u de contactgegevens verstrekken.

2



Ervaar NB-IoT in onze Open Labs in Newbury of Düsseldorf. Test voorbeeld hardware en bekijk het testnetwerk, en krijg daar de meest recente testresultaten.

3



Neem contact op met uw Vodafone accountmanager voor NB-IoT voorbeeldmodules en SDK-ondersteuning, om de ontwikkeling van uw oplossing te versnellen. Lees hierover meer op de **website**

Over Vodafone

Vodafone staat vooraan bij IoT en NB-IoT

We hebben meer dan 25 jaar ervaring in IoT, met inmiddels meer dan 50 miljoen actieve IoT-verbindingen. Onze IoT-klienten zijn werkzaam in allerlei sectoren, waardoor we breed inzicht hebben in de toepassingen waar LPWA-technologieën voor worden ingezet. En met dat inzicht gaan we aan de slag, als voorzitter van het NB-IoT Forum en een van de leidende ontwikkelaars van 3GPP IoT Standaarden.

We staan natuurlijk bekend als de aanbieder van een van de grootste communicatienetwerken ter wereld, waar we in 2020 IoT volledig aan zullen hebben toegevoegd. Nu al kunnen we allerlei projecten over de hele wereld laten zien, zowel in steden als op het platteland, waar IoT wordt gebruikt.

Maar ons aanbod gaat veel verder dan alleen netwerkconnectiviteit. Vanaf onze professionele dienstverlening en testfaciliteiten om u vanaf het begin te ondersteunen bij uw projecten, bieden we alles wat u nodig heeft: van ons leidende IoT-platform en veilige wereldwijde SIMs tot hardware van marktleiders, zowel onder onze eigen naam als die van een breed scala aan partners.

The future is exciting.

Ready?



vodafone.com/iot/nb-iot

Vodafone Group 2017. This document is issued by Vodafone in confidence and is not to be reproduced in whole or in part without the express, prior written permission of Vodafone. Vodafone and the Vodafone logos are trademarks of the Vodafone Group. Other product and company names mentioned herein may be the trademark of their respective owners. The information contained in this publication is correct at the time of going to print. Any reliance on the information shall be at the recipient's risk. No member of the Vodafone Group shall have any liability in respect of the use made of the information. The information may be subject to change. Services may be modified, supplemented or withdrawn by Vodafone without prior notice. All services are subject to terms and conditions, copies of which may be provided on request.