

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2022 R11137

Toekomst van regionale roaming als continuïteitsoplossing in mobiele netwerken

Datum	1 juli 2022
Auteur(s)	Marcel van Sambeek, Toon Norp, Prachi Sachdeva
Aantal pagina's	27 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	0
Opdrachtgever	Ministerie van EZK
Projectnaam	Regionale roaming
Projectnummer	060.53392

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

Samenvatting

De maatschappij is vandaag de dag in sterke mate afhankelijk van mobiele netwerken en de toegang tot internet. Bij de Vodafone brand in april 2012 bleek de toegang tot deze communicatiediensten niet vanzelfsprekend te zijn. De brand leidde tot een ernstige verstoring van één van de regionale knooppunten in het mobiele netwerk van Vodafone, waardoor Vodafone abonnees in deze regio enkele dagen via het mobiele netwerk van Vodafone niet konden bellen, sms'en of internetten.

Naar aanleiding van deze ernstige regionale storing in 2012 in de regio Rotterdam zijn telecomaandieners, in samenspraak met de overheid, overeengekomen om abonnees in geval van een grote regionale storing op beperkte schaal toegang te bieden tot elkaars 2G- en 3G-radionetwerken via *regionale roaming*. Regionale roaming biedt een tijdelijke noodoplossing om telefonie en sms mogelijk te houden, maar is geen volwaardig substituut voor de uitgevallen dienst van een van de telecomaandieners. De afspraken ten aanzien van regionale roaming zijn gebaseerd op zelfregulering en zijn vastgelegd in een convenant [1] dat wordt onderhouden binnen Vereniging COIN¹, een samenwerkingsverband van telecomaandieners die actief zijn op de Nederlandse markt. Tot op heden is deze noodoplossing nooit gebruikt door één van de drie mobiele netwerk operators (MNO's) KPN, T-Mobile of VodafoneZiggo.

De drie Nederlandse mobiele aanbieders hebben via Vereniging COIN in een notitie [2] aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aangegeven het convenant te willen beëindigen vanwege het feit dat de 2G- en 3G-netwerken, waarop de Regional Roaming afspraken betrekking hebben, zijn of worden uitgefaseerd en diensten via een nieuwe generatie netwerken (4G en 5G) worden geboden en dat de redundantie van de netwerken zo zijn verbeterd dat regionale uitval niet waarschijnlijk is. Dit betekent ook dat de houdbaarheid van de huidige afspraken ten einde komt. Sinds juni 2018 zijn de mobiele netwerkaanbieders in gesprek met het Ministerie van EZK over de consequenties voor de huidige afspraken. De mobiele aanbieders zien ook geen aanleiding om vergelijkbare afspraken te maken voor de 4G- en 5G-radionetwerken, zoals toegelicht in de COIN notitie.

TNO heeft een evaluatie uitgevoerd van de in de notitie geschetste argumentatie en heeft deze geverifieerd met aanvullende informatie van KPN, T-Mobile en VodafoneZiggo. In dit rapport is antwoord gegeven op de hoofdvragen:

- 1) Zijn de huidige afspraken rondom regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken zoals vastgelegd in het convenant [1] van de drie mobiele netwerk aanbieders op korte termijn niet meer relevant?
- 2) Welke nieuwe continuïteitsmaatregelen op basis van roaming op 4G- en 5G-netwerken zijn mogelijk en gewenst, nu en in de toekomst?

¹ www.coin.nl

Voorzetten van huidige continuïteitsoplossing?

Op basis van de evaluatie komt TNO tot de conclusie dat de huidige afspraken t.a.v. regionale roaming als continuïteitsoplossing zoals beschreven in het convenant niet meer relevant zijn.

Regionale roaming heeft beperkingen

Regionale roaming is van origine opgezet als een basisfaciliteit voor alleen telefonie en sms. In toenemende mate zijn echter ook andere mobiele diensten (zoals mobiele toegang tot essentiële internetapplicaties) belangrijk geworden. Hiervoor biedt regionale roaming geen oplossing. Daarnaast kan regionale roaming als noodoplossing niet worden gebruikt als andere netwerken ook worden geraakt, zoals bij een regionale stroomstoring of overstroming, of bij een landelijke storing waarbij het mobiele signaleringsnetwerk van een MNO niet meer werkt. Tot slot is regionale roaming geen oplossing die snel en eenvoudig kan worden ingezet.

Telecomnetwerken zijn robuuster geworden

Sinds de brand bij Vodafone in 2013 zijn er geen vergelijkbaar omvangrijke storingen meer geweest in Nederland. MNO's zijn in staat gebleken om het merendeel van de grotere verstoringen binnen enkele uren snel op te lossen en er is nooit gebruik gemaakt van regionale roaming als noodoplossing. Alle 3 mobiele operators hebben maatregelen genomen in hun mobiele netwerken, waardoor er géén regionale kwetsbaarheden meer voorkomen, waarbij uitval van een enkele node in een hele regio tot een verstoring van de dienstverlening zou leiden. Door de invoering van nieuwe functies in mobiele apparatuur (zoals *MSC pool networking* in 2G en 3G) nemen in geval van uitval van een centraal netwerkelement, andere elementen de functie van het uitgevallen element over. 4G- en 5G-netwerken beschikken al vanaf de eerste uitrol over voldoende redundantie waarbij er geen regionale kwetsbaarheden zijn in het mobiele netwerk.

Aanbieders schalen de capaciteit van hun 2G en 3G netwerken af

De 3 mobiele operators zullen op termijn hun 2G- en 3G-netwerken uitfaseren. KPN en Vodafone hebben hun 3G-netwerk al uitgezet, het 2G-netwerk is met name voor machine-to-machine (M2M) oplossingen en voor inbound roaming. Het aantal eigen abonnees met 2G-only of 3G-only is minder dan 1 tot 5% bij de drie MNO's in Nederland, en dalende. De frequentiebanden worden herverdeeld over 2G/3G/4G/5G waarbij de bandbreedte voor 2G/3G sterk wordt verminderd en vrijgekomen spectrum wordt ingezet op 4G/5G. Verouderde mobiele netwerkkapapparaat wordt vervangen door nieuwe apparatuur met minder capaciteit. Ook in de kernnetwerken wordt de voor regionale roaming benodigde circuitgeschakelde capaciteit gereduceerd. Daarnaast zijn er voor regionale roaming specifieke onderlinge netwerkverbindingen (op basis van SDH-technologie) tussen de operators aangelegd die aan het eind van de technische levensduur zijn. Deze verbindingen zouden een technologie-update naar IP-gebaseerde technologie nodig hebben, indien men deze nog wil laten bestaan. MNO's kunnen regionale roaming als noodoplossing via 2G of 3G in principe blijven bieden, zolang ze een 2G- of 3G-netwerk operationeel hebben, echter is het nagenoeg uitgesloten dat de resterende capaciteit op 2G en 3G voldoende blijft om enkel voor regionale roaming een groot aantal abonnees toegang te bieden tot 2G of 3G.

Burgers hebben meer alternatieven voorhanden

Het zwaartepunt van mobiel gebruik van zowel consumenten als in vitale sectoren in de periode 2012-2022 is door de komst van 4G duidelijk verschoven van telefonie en sms naar mobiele data. Regionale roaming biedt geen ondersteuning voor mobiele data aangezien de investeringen voor extra overcapaciteit hiervoor te hoog zijn, zoals beschreven in [3]. In de notitie zijn terugvalopties geschetst naar Wi-Fi, voor zowel telefonie, sms en internet. Door de introductie van Wi-Fi bellen kunnen abonnees ook voor telefonie en sms terugvallen naar Wi-Fi-netwerken (naast data) en ook 1-1-2 is bereikbaar via Wi-Fi bellen. Een abonnee dient wel te beschikken over een geschikt VoLTE / VoWi-Fi toestel waarop dit ook (handmatig) is geactiveerd. Momenteel ondersteunt ca. 75% van de toestellen VoLTE en Wi-Fi bellen. Hiermee blijft een abonnee dus telefonisch bereikbaar op momenten dat het toestel is verbonden met een Wi-Fi netwerk. Het voordeel van terugval naar Wi-Fi is dat men ook gebruik kan maken van internet-gebaseerde communicatie apps zoals WhatsApp, Facebook Messenger, etc. Een beperking is wel dat Wi-Fi bellen vooral een oplossing zal zijn voor communicatie via eigen Wi-Fi netwerken thuis of bijvoorbeeld op het werk. Het is waarschijnlijk dat publieke Wi-Fi hotspots op drukbezochte locaties overbelast raken bij uitval van één van de mobiele netwerken. Het is ook mogelijk om, met een mobiele telefoon op een niet verstoord netwerk, een internetverbinding met specifieke anderen te delen. Toch zal via Wi-Fi zeker niet dezelfde mate van geografische beschikbaarheid gehaald worden als met mobiele telefonie; gebruikers moeten op eerst op zoek naar een geschikt Wi-Fi netwerk voordat ze kunnen bellen, telefonisch bereikbaar blijven onderweg is een nog veel grotere uitdaging.

Alternatieven voor bedrijven

Voor gebruikers in vitale sectoren geldt ook dat zij terug kunnen vallen op Wi-Fi voor telefonie, sms en data. Echter Wi-Fi netwerken hebben een beperkte dekking en daarom dienen bedrijven zelf maatregelen te nemen om niet geraakt te worden door een langdurige (regionale of landelijke) verstoring (4-8 uur) bij één MNO

Regional Roaming voor 4G en 5G; complex en kostbaar

Om regionale roaming te bieden voor telefonie en sms via 4G en 5G is VoLTE- of VoNR-roaming nodig tussen de drie mobiele operators. De MNO's geven aan dat VoLTE-roaming nog niet op grote schaal wordt ondersteund. Het is wel duidelijk dat dit op termijn (na 2024/2025) geboden zal worden voordat MNO's hun 2G- en/of 3G-netwerken uitzetten.

Het overnemen van zowel data als telefonie en sms van een groot aantal gebruikers zal op meerdere onderdelen leiden tot capaciteitsuitdagingen (frequentiespectrum, transport, interconnectie, etc.) bij betrokken aanbieders. Telefonieverkeer is typisch minder dan 1% van het totale mobiele verkeer, de overgrote meerderheid betreft mobiel dataverkeer zoals Internet-access en dan vooral videostreaming. De drie mobiele netwerken zijn er momenteel simpelweg niet op ingericht om zoveel additioneel dataverkeer af te handelen. Om regionale roaming als noodoplossing via 4G of 5G te ondersteunen zijn specifieke roaming afspraken nodig, bijv. om alleen roaming voor telefonie en sms te bieden en géén data roaming of data roaming met beperkte, lagere datasnelheden.

Toegang tot hulpdiensten (112) blijft gegarandeerd

De bereikbaarheid van hulpdiensten via het alarmnummer 1-1-2 is bij een verstoring op een mobiel netwerk mogelijk via één van de andere mobiele

netwerken in Nederland. Ook bij VoWi-Fi zijn de drie MNO's verplicht om toegang tot 1-1-2 te bieden. Regionale roaming is daarom niet nodig om toegang tot 1-1-2 te krijgen. Naast toegang tot 112 is ook de ontvangst van NL-Alert via andere mobiele netwerken is mogelijk, indien men geen verbinding heeft met het 'eigen' netwerk, waarmee de overheid burgers kan blijven bereiken .

Op basis van deze uitwerking kan worden geconcludeerd dat regionale roaming als noodoplossing geen relevante optie meer is, omdat het risico op verstoringen waarbij regionale roaming als noodoplossing gebruikt kan worden nagenoeg nihil is en dat het daarnaast ook geen werkbare oplossing meer is aangezien de noodoplossing op basis van 2G- en 3G-netwerken niet meer geboden kan worden omdat de capaciteit in deze netwerken op termijn verder wordt afgeschaald.

Voor vitale sectoren is regionale roaming ook geen oplossing die direct bij een verstoring gebruikt kan worden, aangezien het enige uren duurt voordat een MNO besluit om deze noodoplossing te activeren. Vitale sectoren die sterk afhankelijk zijn van mobiele netwerken dienen zelf aanvullende maatregelen te treffen bijv. door gebruik te maken van simkaarten van verschillende MNO's (dual-SIM) en/of internationale simkaarten.

Op basis van de evaluatie t.a.v. de robuustheid van mobiele netwerken ziet TNO ook geen aanleiding om regionale roaming voort te zetten op 4G- en 5G-netwerken, bij uitfasering van 2G en/of 3G.

Toekomstige continuïteitsoplossingen op 4G- en 5G-netwerken

TNO heeft een verkenning uitgevoerd naar toekomstige alternatieven voor regionale roaming. Op basis van deze verkenning komen we tot de volgende conclusies:

- 1) Nationale roaming is een oplossing die momenteel in meerdere landen wordt gebruikt voor specifieke sectoren, voor continuïteit én voor verbeterde radiodekking. Voor Nederland wordt de vraag voor nationale roaming op de korte termijn ook verwacht vanuit specifieke sectoren zoals Openbare Orde en Veiligheid. Met deze oplossing kan de continuïteit aanzienlijk worden verhoogd en wordt een gebruiker niet geraakt bij verstoring van één MNO (dit komt enkele keren per jaar voor). Nationale roaming is bovendien ook een oplossing voor dekkingproblemen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een ander (indoor) netwerk met betere radiodekking. Nationale roaming is echter niet een goede oplossing voor continuïteit van grote groepen gebruikers omdat er een overbelasting van de overgebleven netwerken zou kunnen ontstaan, met risico op een domino-effect.
- 2) Roaming bij rampen (disaster roaming) zoals gespecificeerd in 3GPP Release 17 is mogelijk een oplossing die voor consumenten kan worden gebruikt als continuïteitsoplossing in de toekomst. De overnemende MNO zendt – na overleg met de verstoorde MNO - een broadcast bericht uit in het gebied waar disaster roaming gebruikt kan worden. Met deze oplossing wordt daarna roaming op een geautomatiseerde manier geactiveerd op het toestel van de gebruiker. Om problemen met capaciteit te voorkomen dient het datagebruik voor disaster roaming wel te worden beperkt tot een maximum per gebruiker.

- 3) Organisaties (in vitale sectoren) hebben in 4G en 5G ook zelf mogelijkheden om de afhankelijkheid van één MNO te verkleinen en daarmee de continuïteit te verhogen. Voorbeelden zijn het gebruik van dual-SIM of internationale simkaarten (eventueel op basis van eSIM) of door de mogelijkheid tot toegang via andere netwerken te bieden (bv. vast internet via Wi-Fi of LoRa voor IoT-toepassingen):.

TNO doet geen aanbeveling over het al dan niet invoeren van dergelijke alternatieven. TNO onderkent het steeds grotere belang van continuïteit van mobiele communicatie. Het is echter de vraag of de gevonden alternatieven, waarbij de ene operator verkeer overneemt van de ander, de juiste oplossing zijn voor toekomstige bedreigingen voor de continuïteit. Daarnaast is het zonder aanvullend onderzoek onduidelijk of deze oplossingen proportioneel zijn qua kosten en impact op de MNO's ten opzichte van een mogelijk toegenomen continuïteit. TNO raadt daarom de overheid aan om in overleg met de operators op continue basis huidige en toekomstige risico's te identificeren en tegenmaatregelen van de individuele MNOs tegen het licht te houden. Daarbij is ook relevant om de maatregelen die vitale sectoren nemen om continuïteit van hun dienstverlening te garanderen bij uitval van digitale infrastructuren te blijven monitoren.

Inhoudsopgave

	Samenvatting.....	2
1	Inleiding	8
1.1	Achtergrond.....	8
1.2	Onderzoeksvragen	8
1.3	Aanpak.....	9
1.4	Structuur van rapport.....	9
2	Huidige continuïteitsoplossing regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken..	10
2.1	Historie.....	10
2.2	Toelichting roaming in mobiele netwerken	11
2.3	Convenant Regionale Roaming	12
2.4	Evaluatie beëindiging convenant Regionale Roaming	13
2.5	Conclusies en aanbevelingen	19
3	Toekomstige continuïteitsoplossingen op 4G- en 5G-netwerken	21
3.1	Inleiding.....	21
3.2	Nationale roaming	21
3.3	Roaming bij rampen (disaster roaming) als continuïteitsoplossing	23
3.4	Maatregelen door de gebruiker zelf.....	23
3.5	Conclusies en aanbevelingen	24
4	Referenties.....	26
5	Afkortingen	27

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De maatschappij is vandaag de dag in sterke mate afhankelijk van mobiele netwerken en toegang tot internet. KPN, T-Mobile en VodafoneZiggo zijn door met ministerie van Economische Zaken en Klimaat (MinEZK) aangewezen als aanbieders van vitale netwerk- en communicatiediensten.

In noodsituaties is het voor burgers van belang om toegang te kunnen behouden tot deze vitale netwerken- en communicatiediensten om hulpdiensten via 1-1-2 te bereiken en om contact te kunnen onderhouden met naasten via telefonie, sms en internet (bv. via Whatsapp).

Bij de Vodafone brand in april 2012 bleek de toegang tot deze communicatiediensten niet vanzelfsprekend te zijn. De brand leidde tot een ernstige verstoring van één van de regionale knooppunten in het mobiele netwerk van Vodafone, waardoor Vodafone abonnees in deze regio enkele dagen geen toegang hadden tot het mobiele netwerk van Vodafone en hierdoor niet mobiel konden bellen of sms'en.

Naar aanleiding van deze ernstige regionale storing in de regio Rotterdam 2012 zijn telecomaandieners, in samenspraak met de overheid, overeengekomen om abonnees in geval van een grote regionale storing op beperkte schaal toegang te bieden tot elkaars 2G- en 3G-radionetwerken via *regionale roaming*. Regionale roaming biedt een tijdelijke noodoplossing om communicatie mogelijk te houden, maar is geen volwaardig substituut voor de uitgevallen dienst van een van de telecomaandieners. De afspraken ten aanzien van regionale roaming zijn gebaseerd op zelfregulering en zijn vastgelegd in een convenant [1] dat wordt onderhouden binnen Vereniging COIN.

De drie Nederlandse mobiele aanbieders hebben via Vereniging COIN in een notitie [2] aan EZK aangegeven het Regional Roaming convenant te willen beëindigen vanwege het feit dat de 2G- en 3G-netwerken, waarop de Regional Roaming afspraken betrekking hebben, zijn of worden uitgefaseerd en diensten via een nieuwe generatie netwerken (4G en 5G) worden geboden. Daarnaast wordt gesteld dat de redundantie van de netwerken zo is verbeterd dat regionale uitval niet waarschijnlijk is. Dit betekent ook dat de houdbaarheid van de huidige afspraken ten einde komt. Sinds juni 2018 zijn de mobiele netwerkaanbieders in gesprek met het Ministerie van EZK over de consequenties voor de huidige afspraken. De mobiele aanbieders zien ook geen aanleiding om vergelijkbare afspraken te maken voor de 4G en 5G netwerken, zoals toegelicht in de notitie.

1.2 Onderzoeksvragen

In dit onderzoek zijn de volgende vragen onderzocht:

- 1) Zijn de huidige afspraken rondom regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken zoals vastgelegd in het convenant [1] van de drie mobiele

- netwerk aanbieders op korte termijn niet meer relevant? Met onderliggende subvragen:
- a. Kloppen de in de notitie [2] geschetste uitwerkingen?
 - b. Is regionale roaming geen werkbare optie meer?
 - c. Zijn de in de notitie geschetste terugvalopties werkbaar en voldoen ze daarmee aan basisbehoeften?
- 2) Welke nieuwe continuïteitsmaatregelen op basis van roaming op 4G- en 5G-netwerken zijn mogelijk en gewenst, nu en in de toekomst? Met onderliggende subvragen:
- a. Zijn er betaalbare alternatieven voorhanden die alsnog ingezet kunnen worden om basisbehoeften van communicatie te kunnen realiseren?
 - b. Zijn er alternatieven in vergelijkbare landen in EU voorhanden?

Dit rapport beoogt EZK te voorzien van technische input in hun eigen oordeelsvorming over de mogelijkheden van roaming als continuïteitsoplossing op mobiele netwerken, aanvullend op andere continuïteitsmaatregelen van mobiele aanbieders.

1.3 Aanpak

De houdbaarheid van de huidige afspraken rondom regionale roaming zijn getoetst en er is onderzocht welke continuïteitsoplossingen mogelijk zijn binnen 4G- en 5G-netwerken voor telefonie, sms en datadiensten, zowel voor gebruikers in vitale sectoren als voor consumenten.

TNO heeft een evaluatie uitgevoerd op de in de notitie geschetste uitwerking en heeft deze geverifieerd met aanvullende informatie van COIN en de drie MNO's. In een gezamenlijke workshop (9 juni 2022) met vertegenwoordigers van COIN en de drie MNO's is (op basis van vragenlijsten) aanvullende informatie verkregen.

Daarnaast is door TNO een verkenning uitgevoerd van technische oplossingen (zonder kwantitatief economische afweging) in binnen- en buitenland rondom nationale roaming (algemeen) en specifiek naar roaming als continuïteitsoplossing ('roaming for resilience') gericht op 4G en 5G. Voor de verkenning naar oplossingen in het buitenland is informatie van ENISA [4] gebruikt.

1.4 Structuur van rapport

In hoofdstuk 2 is de huidige situatie rondom regionale roaming beschreven. In paragraaf 2.2 zijn de hoofdlijnen van de afspraken in het convenant beschreven, samen met de technische invulling. De resultaten van de evaluatie van de notitie zijn beschreven in paragraaf 2.4.

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten beschreven van een verkenning die is uitgevoerd naar continuïteitsoplossingen op basis van roaming op 4G- en 5G-netwerken van mobiele aanbieders in Nederland.

2 Huidige continuïteitsoplossing regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken

2.1 Historie

Bij een grootschalige storing in het mobiele netwerk van Vodafone (nu VodafoneZiggo) op 4 april 2012 bleek de toegang tot communicatiediensten niet vanzelfsprekend te zijn. Een brand in een aangrenzend pand leidde tot een ernstige verstering van één van de regionale knooppunten in het mobiele netwerk van Vodafone, waardoor Vodafone abonnees in deze regio enkele dagen geen toegang hadden tot het mobiele netwerk van Vodafone en hierdoor niet mobiel konden bellen of sms'en.

Naar aanleiding van deze grootschalige storing hebben de drie mobiele operators, KPN, T-Mobile en Vodafone, gezamenlijk onderzocht in hoeverre het mogelijk is om in geval van een grootschalige storing tijdelijk het spraak- en sms-verkeer voor elkaars klanten te kunnen overnemen, om in geval van soortgelijke uitval enige continuïteit van dienstverlening te bieden. De drie operators zijn toen tot de conclusie gekomen dat die mogelijkheden er zijn en hebben afspraken met elkaar gemaakt die voorzien in het tijdelijk overnemen van elkaars klanten voor spraak- en sms-verkeer in de vorm van regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken. De afspraken treden in werking op het moment dat meer dan 500.000 klanten van een netwerkoperator zijn getroffen, het de verwachting is dat de storing langer dan drie dagen zal duren en het een specifieke regionale (afgebakende) verstering betreft. Regionale roaming biedt een tijdelijke noodoplossing om communicatie mogelijk te houden, maar is geen volwaardig substituut voor de uitgevallen dienst van een van de telecomaandieners. De afspraken ten aanzien van regionale roaming zijn gebaseerd op zelfregulering en zijn vastgelegd in een convenant [1] dat wordt onderhouden binnen Vereniging COIN. In paragraaf 2.3 zijn de hoofdlijnen van de afspraken in het convenant beschreven, samen met de technische invulling.

In het Regional Roaming convenant zijn geen afspraken gemaakt over het dataverkeer omdat bij het moeten overzetten van deze (omvangrijke) verkeersvolumes, capaciteitsproblemen worden voorzien. De vraag was echter of het, in geval van een grootschalige storing, voor sommige datastromen niet van belang is de continuïteit te borgen door uitbreiding van de regionale roaming afspraken. Gelet op de maatschappelijke ontwrichting die door uitval van vitale diensten kan ontstaan, heeft het Ministerie van EZK [5] in 2013 een onderzoek laten doen door Stratix naar regionale data roaming voor vitale sectoren. Het rapport "Nut en noodzaak Regional Roaming voor vitale sectoren" is in januari 2014 door Stratix [3] opgeleverd.

De belangrijkste conclusies van het Stratix rapport zijn:

- *Ten aanzien van Regional Roaming wijzen de onderzoekers op de kwetsbaarheid dat een deel van het netwerk van de door storing getroffen operator moet blijven functioneren om regionale roaming mogelijk te maken.*

- *Daarnaast wordt gewezen op de hoge investeringskosten in uitbreiding van netwerkcapaciteit ('enkele tientallen miljoenen euro's') bij een generieke uitbreiding.*
- *Prioritering van dataverkeer van vitale sectoren is mogelijk bij Regional Roaming, maar leidt tot omvangrijke kosten door complexe administratieve processen bij zowel de operators als bij de vitale sectoren.*
- *In de markt worden voldoende mogelijkheden aangeboden, waarbij per sector of toepassing beoordeeld kan worden welke oplossing het meest adequaat is. Bij deze alternatieven is te denken aan radicale oplossingen, zoals een apart netwerk (bijvoorbeeld C2000, Entropia) tot het zelf zorgen om van verschillende netwerken gebruik te kunnen maken (bijvoorbeeld dual SIM kaarten).*
- *Stratix meent dan ook dat Regional Roaming voor dataverkeer niet de meest efficiënte en effectieve oplossing is voor het opvangen van uitval van mobiele netwerken ten behoeve van vitale toepassingen.*

Op basis van deze studie heeft het Ministerie van EZK de conclusie getrokken dat de bestaande Regional Roamingafspraken adequaat waren en dat een uitbreiding naar afspraken over dataverkeer niet wenselijk was. Belangrijke overweging daarbij was dat eventuele oplossingen langs de weg van Regional Roaming veel investeringen zouden vergen, waarbij de efficiëntie en effectiviteit veelal te wensen overliet of waar (bestaande) commerciële oplossingen tot beter resultaat zouden kunnen leiden.

De continuïteitsoplossing voor regionale roaming is sinds begin 2013 in gebruik, maar is tot op heden nooit gebruikt. Dit komt o.a. doordat enerzijds kwetsbaarheden in 2G- en 3G-netwerken zijn weggenomen door aanvullende redundantie van connectiviteit van mobiele masten naar meerdere *Mobile Switching Centres* (MSC-pool), en er geen regionale kwetsbaarheden in het netwerk aanwezig zijn. Ook de 4G en 5G-netwerken in Nederlands zijn door de mobiele aanbieders zo opgezet dat mobiele masten met meerdere core netwerkelementen verbonden zijn, waarbij deze de dienstverlening van elkaar kunnen overnemen.

De drie Nederlandse mobiele aanbieders hebben in februari 2022 - via Vereniging COIN - in een notitie [2] aan EZK aangegeven het Regional Roaming convenant te willen beëindigen o.a. vanwege het feit dat de 2G- en 3G-netwerken, waarop de Regional Roaming afspraken betrekking hebben, zijn of worden uitgefaseerd en diensten via een nieuwe generatie netwerken (4G en 5G) worden geboden. Dit betekent ook dat de houdbaarheid van de huidige afspraken ten einde komt. Sinds juni 2018 zijn de mobiele netwerkaanbieders in gesprek met het Ministerie van EZK over de consequenties voor de huidige afspraken. De mobiele aanbieders zien ook geen aanleiding om vergelijkbare afspraken te maken voor de 4G- en 5G-netwerken, zoals toegelicht in de notitie. TNO heeft een evaluatie uitgevoerd op de in de notitie geschetste uitwerking en heeft deze geverifieerd met aanvullende informatie van COIN en de drie MNO's. De resultaten van deze evaluatie zijn beschreven in paragraaf 2.4

2.2 Toelichting roaming in mobiele netwerken

Een mobiel toestel maakt gebruik van een simkaart waarop het 'eigen' netwerk (*home network*) van de mobiele aanbieder is ingesteld via een landcode en een

code voor de mobiele operator. Een mobiel toestel zal altijd proberen om verbinding te maken met een mobiele mast van zijn eigen aanbieder. Om in het buitenland ook gebruik te kunnen maken van andere netwerken zijn er (bilaterale) afspraken gemaakt tussen MNO's over internationale roaming waarbij een bezoeker met een buitenlandse simkaart gebruik kan maken van het netwerk in Nederland en omgekeerd. Sinds 15 juni 2017 gelden er nieuwe regels voor roaming in de EU. Door nieuwe regels binnen de Europese Unie m.b.t. de regulering van internationale roamingtarieven binnen de EU, geldt dat een klant tegen dezelfde voorwaarden en zonder meerkosten zijn abonnement kan gebruiken als in Nederland.

Bij nationale roaming kan een abonnee gebruik maken van andere netwerken binnen zijn eigen land, d.w.z. van andere netwerken met dezelfde landcode. Nationale roaming wordt in Nederland niet geboden. Een mobiele telefoon met een Nederlandse simkaart die probeert te registreren op het netwerk van een andere mobiele operator wordt geweigerd en het toestel zet dat netwerk op een zogeheten *black-list*, waardoor het geen nieuwe poging zal doen om op dat netwerk te registreren.

Om binnen Nederland toch gebruik te kunnen maken van meerdere netwerken heeft men óf meerdere simkaarten nodig van verschillende Nederlandse providers of een buitenlandse simkaart in combinatie met internationale roaming. Deze oplossing wordt in het algemeen alleen gebruikt voor specifieke niche gebruikers in met name de zakelijke markt.

2.3 Convenant Regionale Roaming

De afspraken ten aanzien van regionale roaming zijn opgenomen in het Regional Roaming convenant [1]. De doelstelling van deze afspraken is om getroffen abonnees in geval van een langdurige (meer dan 3 dagen) regionale storing toegang te bieden tot de basis telecommunicatiediensten telefonie en sms.

Datadiensten zijn uitgesloten van regionale roaming. Het convenant is er expliciet niet op gericht de volledige functionaliteit van het uitgevallen netwerk over te nemen, maar om bij uitval van een deel van een regionaal radionetwerk een beperkte capaciteit te bieden aan getroffen klanten om (noodzakelijke) basis communicatie via telefonie en sms af te kunnen handelen.

De belangrijkste voorwaarden om het protocol voor regionale roaming te activeren door de getroffen MNO zijn:

- Meer dan 500.000 gebruiker getroffen (ondergrens)
- Regionale storing door calamiteit in radionetwerk; het mobiele core netwerk dat nodig is voor roaming mag niet verstoord zijn (zoals HLR en het signaleringsnetwerk voor roaming)
- Alleen telefonie en sms, geen datadiensten; telefonie voor nationale nummers, met uitzondering van 090X nummers; de werking van de sms-dienstverlening is op basis van best effort (niet gegarandeerd)
- Langdurig: het herstel van de netwerkstoring dient naar verwachting meer dan 3 dagen te duren

De invulling van de regionale oplossing is als volgt:

- Regional roaming met activering via groepen van 100.000 simkaartnummers van postpaid abonnees over beide MNO's. De getroffen MNO selecteert deze groepen en bepaalt aan welk host netwerk een reeks wordt aangeboden.
- De grootte van de regio is niet gedefinieerd als geografisch gebied, omdat dit sterk kan verschillen.
- Bij de overweging om Regional Roaming in te roepen is geen bovengrens gedefinieerd. Dit betekent niet dat er geen bovengrens is aan de capaciteit van Regional Roaming. De bovengrens van de over te nemen postpaid klanten wordt bepaald door het host netwerk, aan de hand van beschikbare capaciteit en impact op eigen klanten en wordt o.a. bepaald door:
 - o Locatie regio en grote van de regio
 - o Beschikbaarheid van eigen netwerk
 - o Stabiliteit van beide netwerken
 - o Beschikbare 'overcapaciteit'
 - o Aantal klanten in de regio
 - o Impact op eigen klanten
- Regionale roaming werkt alleen voor 2G- en 3G-netwerken op basis van circuitgeschakelde telefonie, waarbij de technische invulling van het regionaal toestaan van simkaarten de getroffen MNO aan de host MNO wordt overgelaten.
- De gebruiker moet handmatig het juiste netwerk activeren / selecteren. De getroffen MNO informeert zijn gebruikers over wel/niet activeren en welk host netwerk moet worden geselecteerd.
- Activatie van regionale roaming vindt plaats op verzoek van de MNO met een verstoring; de ontvangende (host) MNO bepaalt het aantal reeksen van simkaartnummers dat kan worden geaccepteerd. Het gehele proces om regionale roaming te activeren en alle simkaartnummers toe te voegen, duurt meerdere uren.
- Het regionale roaming convenant beschrijft protocol/procedures, technisch ontwerp, contact gegevens en juridische aspecten, maar niet de financiële afspraken.
- De oplossing wordt jaarlijks getest, en eventueel inclusief een update van protocol/convenant.

2.4 Evaluatie beëindiging convenant Regionale Roaming

De drie Nederlandse mobiele aanbieders hebben in februari 2022 in een notitie [2] aan het Ministerie van EZK aangegeven het Regional Roaming convenant te willen beëindigen. De mobiele aanbieders zien ook geen aanleiding om vergelijkbare afspraken te maken voor de 4G- en 5G-netwerken, zoals toegelicht in de notitie. TNO heeft een evaluatie uitgevoerd op de in de notitie geschetste uitwerking en heeft deze geverifieerd met aanvullende informatie van COIN en de drie MNO's. In deze paragraaf zijn de uitwerkingen overgenomen (*italic*) uit notitie en is de evaluatie door TNO bijgevoegd.

“Telecomnetwerken zijn robuuster geworden”

De 2G en 3G netwerken die in 2012 in gebruik waren kenden voor circuitgeschakelde diensten, zoals telefonie en SMS, een afhankelijkheid van regionale niet-redundante elementen (BSC/RNC). Deze vormden een 'Single Point of Failure' in het mobiele netwerk van aanbieders (zie figuur 1). Een verstoring van

één van deze regionale telefoniecentrales leidde hierdoor direct tot een grote regionale storing. Dit is ook wat er plaats heeft gevonden bij de Vodafone brand in 2012.

In de tussentijd hebben leveranciers van 2G en 3G netwerken nieuwe functionaliteit beschikbaar gesteld die deze regionale kwetsbaarheid ondervangt. In de huidige 2G en 3G netwerken zijn antennes verbonden met meerdere telefoniecentrales (MSC/MSS), die elkaars functie kunnen overnemen. Hierdoor kan een regionale storing eenvoudig worden opgevangen door een andere MSC/MSS. Dit gebeurt automatisch, zonder dat dit invloed heeft op de dienstverlening.

Tegelijkertijd hebben mobiele aanbieders geïnvesteerd in een nieuwe generatie netwerken (4G en 5G). In tegenstelling tot de 2G en 3G netwerken zijn dit volledig pakketgeschakelde netwerken, waarin al het verkeer (ook telefonie en SMS) door één gemeenschappelijk netwerk wordt afgehandeld. Ook kennen de 4G en 5G netwerken een robuustere netwerk architectuur:

- 4G en 5G netwerken zijn geografisch redundant uitgevoerd en kennen geen grote regionale kwetsbaarheden meer.*
- 4G en 5G netwerken zijn pakket-geschakeld. Verkeer wordt hierdoor, in geval van een storing, veelal automatisch geherrouteerd.*

In aanvulling hierop hebben aanbieders in de volle breedte geïnvesteerd in de architectuur en robuustheid van mobiele netwerken. (redundantie in packet core, internet, telefonie).

Door de genoemde maatregelen zijn de mobiele netwerken van aanbieders beduidend robuuster geworden en de regionale kwetsbaarheden, zoals die zich voordeden in de 2G en 3G netwerken uit 2012, doen zich in de huidige netwerken ook niet meer voor. Een regionale storing van meer dan 3 dagen, waarvoor Regional Roaming is ingericht, is hierdoor vrijwel uitgesloten. Dit soort storingen hebben zich in de afgelopen jaren dan ook niet meer voorgedaan.

Evaluatie TNO

De brand in een pand met een regionaal knooppunt had tot gevolg dat een kwart van de 5,3 miljoen klanten van Vodafone niet konden bellen, sms'en of mobiel internetten. De verstoring werd veroorzaakt door het uitvallen van apparatuur in technische ruimtes in dit pand (MSC, BSC/RNC) en het ontbreken van een redundante verbinding naar een andere knooppuntlocatie. Een deel van de verbindingen van de klanten buiten de regio Rotterdam is na de brand omgeleid via de netwerkcentrale in Amsterdam, maar niet alle verbindingen konden worden omgeleid.

Alle 3 mobiele operators hebben maatregelen genomen in hun mobiele netwerken, waardoor er géén kwetsbaarheden in de vorm van regionale kwetsbaarheden voorkomen in hun netwerken o.a. door de invoering van redundante verbindingen en nieuwe functies in mobiele apparatuur zoals *MSC pool networking* voor BSC/RNC in 2G en 3G. Hierbij is een mobiele 2G/3G mast niet aan 1 maar aan minimaal 2 MSC's verbonden. Deze methode is door de drie MNO's geleidelijk in het hele netwerk geïmplementeerd en deze maatregelen zijn inmiddels meer dan 5 jaar actief.

Verstoringen in de mobiele netwerken van de 3 operators komen nog steeds voor, maar bij geen van deze verstoringen is regionale roaming als continuïteitsoplossing ingezet en/of werd aan de eisen voor regionale roaming voldaan (meer dan 500.000 betrokken klanten en verwachte hersteltijd van meer dan 3 dagen).

Een landelijke storing zal in veel gevallen niet in aanmerking komen voor het activeren van Regionale Roaming omdat er in dat geval geen sprake zal zijn van een stabiel signalerings- en/of kernnetwerk.

Natuurrampen zoals overstromingen en regionale stroomonderbrekingen zijn voorbeelden waarbij de andere netwerken ook verstoord zullen zijn, en er dus geen klanten kunnen worden overnemen. MNOs geven verder aan dat hun organisatie zich bij een ernstige verstoring primair richt op het zo snel mogelijk verhelpen van de verstoring en herstellen van de (basis) dienstverlening.

“Aanbieders schalen de capaciteit van hun 2G en 3G netwerken af”

Aanbieders hebben de afgelopen jaren veel geïnvesteerd in nieuwe mobiele netwerktechnologieën (4G en 5G). Hiermee spelen ze in op de almaar toenemende vraag aan data bij consumenten en zakelijke gebruikers. Het overgrote deel van de abonnees maakt inmiddels ook gebruik van deze nieuwe generatie netwerken. Dit betekent ook dat de vraag naar 2G en 3G diensten afneemt en aanbieders schalen de capaciteit van deze netwerken dan ook af. De vrijgekomen frequentieruimte wordt ingezet om de capaciteit van 4G en 5G netwerken verder te vergroten. Deze ontwikkeling tekent zich wereldwijd af en zet zich ook de komende jaren in Nederland voort. De capaciteit van de 2G en 3G netwerken wordt hiermee onvoldoende om Regional Roaming succesvol in te kunnen blijven zetten en deze oplossing biedt hierdoor ook geen toegevoegde waarde meer. Bovendien staan deze afspraken, die gebaseerd zijn op oude technologie, de door aanbieders gewenste netwerk innovatie in de weg. Dit terwijl deze innovatie juist nodig is om de groeiende maatschappelijke en economische behoefte aan capaciteit op te kunnen vangen.

Evaluatie TNO

De drie MNO's hebben 2G- of 3G- netwerken reeds uitgezet, maar niet beide tegelijk. In onderstaand overzicht is de status weergegeven van 2G en 3G- netwerken zoals door de drie MNO's publiek is gecommuniceerd.

MNO	2G	3G
KPN	Beschikbaar tot minimaal april 2025	Gestopt per 31/3/2022
T-Mobile	Gestopt voor telefonie per 1 juni 2021; ondersteuning voor M2M tot 1 juni 2023	Beschikbaar, geen datum bekend voor stopzetting
VodafoneZiggo	Beschikbaar tot minimaal eind 2024	Gestopt per 4/2/2020

De drie mobiele operators zien momenteel een minimaal gebruik van data- en telefonieverkeer op hun 2G- of 3G-netwerken; minder dan 1-5% van de klanten heeft een 2G-only of 3G-only toestel en dit percentage is dalende. De 2G-netwerken worden door de MNO met name gebruikt voor Machine-to-Machine

(M2M) / IoT-toepassingen, zoals slimme meters, boordcomputers, navigatie- en alarmsystemen en mobiele pinapparaten.

Verder wordt het 2G/3G-netwerk nog wel gebruikt voor telefonie en sms voor inbound roaming van buitenlandse operators waarmee nog geen VoLTE-roaming overeenkomst is gesloten. Het 2G/3G-netwerk kan verder ook nog gebruikt worden als back-up voor telefonie en sms via 4G/5G voor eigen klanten.

De frequentiebanden, die in eerste instantie specifiek voor 2G/3G werden gebruikt, worden herverdeeld over 2G/3G/4G/5G. Daarbij wordt tevens de bandbreedte voor 2G/3G verminderd, en vrijgekomen spectrum ingezet op efficiëntere technieken zoals 4G en 5G. Ook in het circuitgeschakelde core netwerk voor 2G en 3G wordt capaciteit afgeschaald door het niet vervangen van apparatuur aan het eind van de levensduur of door vervanging door apparatuur met minder capaciteit.

MNO's kunnen regionale roaming via 2G of 3G in theorie blijven bieden zolang ze een 2G- of 3G-netwerk operationeel hebben, echter kunnen er geen garanties worden geboden dat de capaciteit voldoende is om regionaal een groot aantal abonnees toegang te bieden tot 2G of 3G. Voor het ondersteunen van een beperkt aantal eigen 2G/3G klanten in combinatie met ondersteuning voor inbound roaming is een veel kleinere capaciteit nodig dan voor het regionaal overnemen van telefonie- en sms-verkeer van één van de andere Nederlandse mobiele aanbieders.

“Burgers hebben meer alternatieven voorhanden”

Regional Roaming is ingericht om burgers te voorzien van basis telecommunicatiediensten in geval van een storing of calamiteit. Dit bijvoorbeeld om toegang te houden tot hulpdiensten en om contact te onderhouden met naasten. In 2013 is geconstateerd dat de basis communicatiebehoefte van burgers goed ingevuld zou kunnen worden door middel van telefonie en sms.

In de afgelopen jaren is de wijze van communiceren van consumenten veranderd: communicatie vindt voor een groot deel plaats middels 'over the top' diensten die niet door de netwerkaanbieders worden aangeboden: Whatsapp, Facetime, Facebook Messenger, Microsoft Teams, etc. Deze OTT diensten zijn ook beschikbaar via WiFi (WiFi is breed beschikbaar) en bieden hiermee een goed alternatief in geval van een storing in één van de mobiele netwerken. Daarnaast bieden mobiele netwerkaanbieders sinds enkele jaren de mogelijkheid om gebruik te maken van WiFi-toegang om te bellen en te sms'en (VoWiFi).

Ook kunnen consumenten elkaar in noodsituaties helpen om in de basis communicatiebehoefte te voorzien. Consumenten, die gebruik maken van een ander mobiel netwerk, kunnen hun toestel uitlenen voor een belangrijke telefoontje of bericht. Ook is het mogelijk om een smartphone in te zetten als WiFi hotspot, zodat abonnees die getroffen zijn door een storing hier gebruik van kunnen maken. Tenslotte dienen consumenten en bedrijven zich ook bewust te zijn van de kwetsbaarheid van telecommunicatiediensten. In geval van een storing hebben consumenten en bedrijven ook een eigen verantwoordelijkheid om op zoek te gaan naar alternatieven. De genoemde alternatieven kunnen hieraan bijdragen.

Evaluatie TNO

Het zwaartepunt van mobiel gebruik van zowel consumenten als in vitale sectoren in de periode 2012-2022 is duidelijk verschoven van telefonie en sms naar mobiele data via 4G en in de toekomst 5G. Regionale roaming biedt geen ondersteuning

voor data aangezien de investeringen voor extra overcapaciteit hiervoor te hoog zijn, zoals beschreven in [3]. In de notitie zijn terugvalopties geschetst naar Wi-Fi, voor zowel telefonie, sms en internet. Door de introductie van Wi-Fi bellen kunnen abonnees, terugvallen naar Wi-Fi netwerken voor telefonie (inclusief 1-1-2) en sms, naast data. Een abonnee dient wel te beschikken over een geschikt toestel (ca. driekwart van de toestellen ondersteunt momenteel Wi-Fi bellen) waarop dit ook (handmatig) is geactiveerd (dit heeft meer dan 70% van de abonnees daadwerkelijk gedaan). Hiermee blijft een abonnee dus telefonisch bereikbaar op momenten dat het toestel is verbonden met een Wi-Fi netwerk. Het voordeel van terugval naar Wi-Fi is dat men ook gebruik kan maken van andere communicatie apps zoals WhatsApp, Facetime en Facebook Messenger, Microsoft Teams etc.

Een beperking is wel dat Wi-Fi bellen vooral een oplossing zal zijn voor communicatie via eigen Wi-Fi netwerken thuis of bijvoorbeeld op het werk of op school. Bij massaal gebruik van publieke Wi-Fi hotspots als vervanging van een mobiel netwerk met verstoring ontstaan er naar verwachting capaciteitsproblemen omdat die Wi-Fi hotspots niet alleen telefonieverkeer en sms te verwerken krijgen maar ook het dataverkeer van het netwerk met verstoring. Met een personal hotspot op mobiele telefoons is het daarnaast mogelijk om vrienden en bekenden tijdelijk toegang te geven tot internet via een niet-verstoord mobiel netwerk. Toch zal via Wi-Fi zeker niet de geografische beschikbaarheid gehaald worden van mobiele telefonie; gebruikers moeten eerst op zoek naar een geschikt Wi-Fi netwerk voordat ze kunnen bellen en telefonisch bereikbaar zijn onderweg is niet realistisch.

Burgers zijn bewust van de verschillende manieren om te communiceren. Tijdens een urenlange storing bij WhatsApp, Facebook, Messenger en Instagram in oktober 2021 verstuurden klanten van KPN in Nederland vier keer zoveel sms'jes als op een normale maandagavond. Bij een verstoring kan men ook gebruik maken van een mobiel toestel op een niet-geraakt netwerk. Het is duidelijk dat géén van de terugvalopties de volledige functionaliteit bieden, zowel de bestaande oplossingen waaruit burgers zelf kunnen kiezen als ook de regionale roaming oplossing van een getroffen MNO (zonder data, handmatig activeren).

“Alternatieven voor bedrijven”

Voor bedrijven zijn er aanvullende oplossingen beschikbaar, waardoor mobiele bereikbaarheid in kritieke gevallen gegarandeerd kan blijven.

Zo kunnen organisaties, waarvoor mobiele bereikbaarheid cruciaal is, gebruik maken van een dual sim oplossing. Met dual sim (eSIM en/of fysieke sim) kan een telefoon tegelijkertijd gebruik maken van twee verschillende mobiele netwerken. Dienstaanbieders bieden reeds diverse oplossingen op basis van dual sim, waarmee abonnees bereikbaar blijven bij een netwerk storing van één van de mobiele netwerken waar gebruik van wordt gemaakt. Ook ondersteunen steeds meer telefoons dual sim.

Evaluatie TNO

Voor veel gebruikers in vitale sectoren geldt dat ze overal en altijd in Nederland communicatie nodig hebben. Terugvallen op Wi-Fi is dan niet echt een oplossing. Vitale sectoren kunnen zelf besluiten om aanvullende maatregelen te nemen om niet geraakt te worden door een langdurige (regionale of landelijke) verstoring van

meerdere uren bij één MNO bijv. door gebruik te maken van simkaarten van verschillende MNO's (dual sim) en/of internationale simkaarten.

“Regional Roaming voor 4G en 5G; complex en kostbaar”

Regional Roaming voor 2G en 3G is niet één op één te vertalen naar 4G en 5G. Binnen 4G en 5G netwerken wordt spraak- en dataverkeer over één gemeenschappelijk transportnetwerk (packet core) afgehandeld. Hierdoor wordt het moeilijker om spraak- en datadiensten van elkaar te scheiden ten behoeve van Regional Roaming, zeker ook wanneer er rekening wordt gehouden met ‘Over The Top’ spraakdiensten, zoals Whatsapp en Facetime. Dit vergt namelijk een nadere inhoudelijke analyse van datapakketten. Dit is in theorie mogelijk, maar is in het kader van de privacy van eindgebruikers niet wenselijk. Bovendien is de complexiteit groot en de instandhouding hiervan is kostenintensief. Dit staat niet in verhouding tot de kans dat Regional Roaming daadwerkelijk ingezet zal worden. Bovendien zijn, zoals eerder uitgelegd, de regionale continuïteitsrisico's in de 4G en 5G netwerken grotendeels gemitigeerd. Indien er onverhoopt toch een grootschalige netwerkstoring voordoet, zal dit zich eerder op landelijk niveau manifesteren dan regionaal. Het ondervangen van een landelijke storing gaat qua scope veel verder dan Regional Roaming. Hiervoor zal ook een aantal centrale netwerkfuncties, zoals bv. de klantendatabase (HLR/HSS), overgenomen moeten worden. Dit is bij Regional Roaming niet het geval. Het overnemen van centrale netwerkfuncties maakt een dergelijke oplossing extreem complex. Tevens zal dit op meerdere onderdelen leiden tot capaciteitsuitdagingen (frequentiespectrum, transport, interconnectie, etc.) bij betrokken aanbieders. De drie mobiele netwerken zijn er simpelweg niet op ingericht om zoveel dataverkeer af te handelen.

Evaluatie TNO

Om regionale roaming te bieden voor telefonie en sms via 4G en 5G is VoLTE roaming of VoNR nodig tussen de 3 mobiele operators. De MNO's geven aan dat VoLTE roaming nog niet op grote schaal wordt ondersteund. Het is wel duidelijk dat dit op termijn (na 2024/2025) geboden zal worden als MNO's wereldwijd hun 2G én 3G netwerken gaan uitzetten.

Het overnemen van al het dataverkeer van een groot aantal gebruikers zal op meerdere onderdelen leiden tot capaciteitsuitdagingen (frequentiespectrum, transport, interconnectie, etc.) bij betrokken aanbieders. Het merendeel (rond 70%) van dat dataverkeer betreft videostreaming (b.v. YouTube) en niet telefonie en sms (<1% van het totale verkeer betreft telefonie). De drie mobiele netwerken zijn er momenteel simpelweg niet op ingericht om zoveel additioneel dataverkeer af te handelen. Er bestaat zelfs een risico op een domino-effect, waarbij ook de host netwerken door overbelasting te maken krijgen met verstoringen.

Om regionale roaming als noodoplossing via 4G of 5G te ondersteunen zijn specifieke roaming afspraken nodig, bijv. om alleen telefonie en sms te bieden en géén data roaming of data roaming met beperkte minimale snelheden.

“Toegang tot hulpdiensten (112) blijft gegarandeerd”

Ook zonder Regional Roaming blijft de toegang tot hulpdiensten gegarandeerd. Elke mobiele telefoon in Nederland kan in geval van een storing (of wegvallen van dekking) via het mobiele netwerk gebruik van maken om 112 bereiken. Dit is overigens geen roaming, maar “emergency camping”, waarbij het toestel zonder

authenticatie (en mobiele-nummer) verbonden wordt met de 112 alarmcentrale. Dit geldt voor postpaid, prepaid, internationale sim's en zelfs voor toestellen zonder sim.

Evaluatie TNO

De bereikbaarheid van hulpdiensten (toegang tot 1-1-2) is mogelijk via andere netwerken in Nederland. Als een mobiele telefoon niet op een gebruikelijke manier toegang kan krijgen kan deze nog steeds via elk ander netwerk een noodoproep plaatsen (zelfs zonder Simkaart). Ook bij VoWi-Fi geldt de verplichting dat toegang tot 1-1-2 moet worden geboden en alle drie MNOs bieden VoWi-Fi met toegang tot 1-1-2. Regional Roaming is niet nodig om toegang tot 1-1-2 te krijgen. Ook de ontvangst van NL-Alert berichten is mogelijk via mobiele masten van andere netwerken, indien men geen verbinding heeft met andere netwerken.

2.5 Conclusies en aanbevelingen

De opdracht aan TNO was om antwoord te geven op de volgende onderzoeksvraag:

- 1) Zijn de huidige afspraken rondom regionale roaming op 2G- en 3G-netwerken zoals vastgelegd in het convenant [1]] van de drie mobiele netwerk aanbieders op korte termijn niet meer relevant? Met onderliggende subvragen:
 - a. Kloppen de in de notitie geschetste uitwerkingen?
 - b. Is Regional Roaming geen werkbare optie meer?
 - c. Zijn de in de notitie geschetste terugvalopties werkbaar en voldoen ze daarmee aan basisbehoeften?

Op basis van de evaluatie komt TNO tot de conclusie dat de huidige afspraken zoals beschreven in het convenant op korte termijn niet meer relevant zijn. Dit wordt ook voldoende onderbouwd in de notitie [2]].

Op basis van de uitwerking in de notitie kan worden geconcludeerd dat regionale roaming als noodoplossing géén relevante optie meer is, omdat het risico op de specifieke verstoringen waarbij regionale roaming als noodoplossing gebruikt kán worden nagenoeg nihil is. Daarnaast is regionale oplossing op korte termijn niet meer werkbaar omdat de capaciteit in de 2G- en 3G-netwerken de komende periode verder wordt afgeschaald en er onvoldoende capaciteit is om grote hoeveelheden telefonieverkeer over te nemen.

Voor vitale sectoren is regionale roaming ook geen oplossing doordat de tijd van activatie (meerdere uren) van regionale roaming voor vitale processen niet werkbaar is. Vitale sectoren hebben de mogelijkheid om zelf aanvullende maatregelen te treffen bijv. door gebruik te maken van simkaarten van verschillende MNO's (dual-SIM) en/of internationale simkaarten. Op basis van de evaluatie t.a.v. de robuustheid van mobiele netwerken ziet TNO geen aanleiding om regionale roaming voort te zetten op 4G- of 5G-netwerken, bij uitfasering van 2G en 3G.

In de uitwerking zijn ook terugvalopties genoemd o.a. naar Wi-Fi netwerken. Het is duidelijk dat géén van de terugvalopties de volledige functionaliteit bieden, zowel de alternatieven die burgers zelf kunnen gebruiken als ook de regionale roaming oplossing (geen data, handmatig activeren). Door de introductie van bellen via Wi-

Fi door de drie MNO's hebben abonnees wel de mogelijkheid gekregen om ook via Wi-Fi te bellen en te Sms'en met hun mobiele nummer en ook bereikbaar te zijn.

Daarnaast kent regionale roaming in de praktijk een aantal beperkingen en drempels. Ten tijde van het ontwerpen van regionale roaming werd dit gezien als waardevolle optie. De technieken, redundantie en oplostijden in huidige netwerken zijn echter inmiddels zover ontwikkeld, dat het mogelijk inroepen van regionale roaming ver weg is van de operationele realiteit. Grotere storingen kunnen momenteel vele malen sneller opgelost worden dan bij de invoering van regionale roaming. Daarnaast is het activeren van regionale roaming geen 'druk op de knop', het duurt meerdere uren op deze oplossing te activeren. In geval van een storing gaat bovendien alle focus naar het beperken van de impact voor klanten en het oplossen van de storing binnen het netwerk van een MNO zelf. Het eventueel activeren van regionale roaming kan het oplossen van de storing zelfs vertragen.

3 Toekomstige continuïteitsoplossingen op 4G- en 5G-netwerken

3.1 Inleiding

Bij het uitfaseren van de huidige continuïteitsoplossing in de vorm van regionale oplossing op 2G en 3G kan de weerbaarheid in 4G- en 5G-netwerken op verschillende andere manieren worden versterkt.

In 4G- en 5G-netwerken wordt gebruik gemaakt van (pakketgeschakelde) data netwerken waarbij telefonie een applicatie die 'werkt' over het datanetwerk. Dataroaming via 4G wordt geboden, en zal ook voor 5G mogelijk worden. Voor telefonie is dit nog op beperkte schaal mogelijk via 4G en 5G. Bij (inter)nationale roaming voor telefonie spreekt men dan van VoLTE-roaming of VoNR-roaming. De introductie van deze oplossing van roaming wordt momenteel door de Nederlandse MNO's nog zeer beperkt gebruikt, deels door de technische complexiteit, maar zal naar verwachting de komende jaren (sterk) gaan groeien door de uitfasering van 2G- en 3G-netwerken wereldwijd.

In dit hoofdstuk is beschreven welke (nieuwe) continuïteitsoplossingen op basis van roaming op 4G- en 5G-netwerken mogelijk zijn, nu en in de toekomst. Hierbij is gekeken of er alternatieven voorhanden zijn die alsnog ingezet kunnen worden om basisbehoeften van communicatie te kunnen realiseren en of er alternatieven zijn in vergelijkbare landen in EU voorhanden.

3.2 Nationale roaming

Bij een oplossing in de vorm van nationale roaming kunnen gebruikers van de ene mobiele operator gebruik maken van een ander mobiel netwerk in hetzelfde land als er géén (of onvoldoende) dekking is vanuit het eigen netwerk. Het mobiele toestel met een simkaart van één van de Nederlandse operators maakt dan gebruik van roaming op eenzelfde manier als een toestel met een niet-Nederlandse simkaart. Nationale roaming kan op verschillende manieren worden toegepast - en toegestaan, bijv.

- i) Voor een Mobiele Virtual Network Operator (MVNO),
- ii) Om dekking te bieden via andere netwerken in dunbevolkte gebieden,
- iii) Voor nieuwe toetreders na verkrijging van een licentie om tijdens de bouw van een mobiel netwerk gebruik te mogen maken van een reeds bestaand mobiel netwerk van een andere operator, of
- iv) Als continuïteitsoplossing.

In Nederland wordt nationale roaming voor MVNO's gebruikt, waarbij een MVNO diensten kan bieden via het (radio) netwerk van één MNO.

Een voorbeeld van het gebruik van de tweede optie is in Australië waar nationale roaming is toegestaan om de dekking van een operator in dunbevolkte (rurale) gebieden uit te breiden. Vodafone Australia biedt deze dienst op aanvraag aan haar klanten. Het principe is dat als klanten van Vodafone Australia hun mobiele diensten willen gebruiken in de landelijke gebieden van Victoria en Tasmanië,

buiten het bereik van hun thuisoperator, ze de mogelijkheid hebben om de nationale roaming-dienst te activeren. In dit geval roamen klanten op het netwerk van Telstra zodra het netwerk van Vodafone niet beschikbaar is in de aangegeven gebieden. Het wisselen van netwerk gaat automatisch, tenzij de klant al in gesprek is. In dit laatste scenario valt de oproep weg en moet de gebruiker het nummer opnieuw kiezen vanuit het Telstra-netwerk.

De derde optie is in Nederland in het verleden gebruikt door Telfort als nieuwkomer bij de uitrol van zijn 3G-netwerk, waarbij het gebruik kon maken van nationale roaming via het 2G-netwerk van Libertel (later Vodafone).

ENISA heeft in 2013 onderzocht welke EU-landen werken met nationale roaming [4]]. Er waren toen ca. 15 landen waar nationale roaming verplicht of toegestaan was, hoofdzakelijk om nieuwkomers met een 3G-licentie de mogelijkheid te bieden om gebruik te maken van bestaande 2G-netwerken van andere MNO's.

In Zweden heeft de toezichthouder PTS sinds 2008 roaming toegestaan voor een beperkte groep gebruikers. De oplossing is gebaseerd op vrijwillige overeenkomsten tussen de mobiele operators (i.e. Telenor, Tele2, TeliaSonera en Tree) en betreft een beperkt aantal simkaarten (4.000). Deze specifieke simkaarten worden vooraf uitgedeeld aan crisiscentra en/of hulpdiensten en worden enkel gebruikt in geval van een ernstige verstoring van elektronische diensten of communicatienetwerken. Het gebruik van deze simkaarten is beperkt tot door de toezichthouder gekozen vitale publieke functies. Het gebruik is slechts voor een bepaalde periode toegestaan. De gebruiker van deze specifieke nood-simkaarten kan automatisch verbinding maken met alle beschikbare netwerken, afhankelijk van de kwaliteit van de signalen.

In België wordt nationale roaming regulier geboden door Astrid die als MVNO optreedt voor hulp- of veiligheidsdiensten, overheidsdiensten of crisisbeheerders. De dienst heet Blue Light Mobile (zie <https://www.astrid.be/nl/bluelightmobile>) en maakt gebruik van één enkele simkaart met prioriteit op het Proximus-netwerk, maar die ook toegang mogelijk maakt tot andere Belgische commerciële operatoren (BASE en Orange). Als het Proximus-netwerk niet beschikbaar is, schakelt de simkaart automatisch over naar BASE of Orange. De simkaart kan alleen worden gebruikt door de traditionele hulpverleners (politie, brandweer, ambulance) en (overheid)organisaties die een rol spelen in de openbare veiligheid. Dit betreft ca. 60 tot 70.000 gebruikers.

In Nederland is nationale roaming (in principe) niet toegestaan omdat in wetgeving de voorrang is gegeven om aanbieders te stimuleren een eigen nationaal mobiel radionetwerk uit te rollen. Nationale roaming kan echter – naast verbeterde dekking – ook worden gebruikt bij verstoringen in één van de mobiele netwerken. In deze situatie blijft wel dat het signalerings- en kernnetwerk bij een verstoring moet blijven werken. Nationale roaming is vooral geschikt als oplossing voor specifieke gebruikersgroepen (bijv. voor hulpverleners voor openbare orde en veiligheid) en niet voor alle gebruikers omdat de capaciteit onvoldoende is om het mobiele verkeer van alle verstoorde gebruikers van één MNO over te nemen op andere netwerken. Wel heeft nationale roaming t.o.v. regionale roaming als voordeel dat het na activatie bij een verstoring werkt in heel Nederland. Net als alle op roaming gebaseerde oplossingen werkt nationale roaming niet bij storingen die alle MNO's

tegelijk treffen. Gebeurtenissen zoals natuurrampen of grootschalige stroomonderbrekingen zijn hier een voorbeeld van.

3.3 Roaming bij rampen (disaster roaming) als continuïteitsoplossing

Disaster Roaming of *emergency roaming* is een voorbeeld van roaming waarbij de roaming dienstverlening alleen bij calamiteiten of calamiteiten wordt ingezet.

Zuid-Korea heeft onlangs de stap gezet om *disaster roaming* in hun land in te voeren en standaarden voor *disaster roaming* zijn onlangs opgenomen in Release 17 van de 3GPP-specificaties (zie sectie 5.40 in 3GPP TS 23.501). Het is de verwachting dat over een jaar of twee de eerste producten met *disaster roaming* functionaliteit op de markt komen. Evenzo hebben overheidsinstanties in Queensland, Australië, belangstelling getoond voor het uitvoeren van proeven met *disaster roaming*.

Voor de door 3GPP gestandaardiseerde disaster roaming specificaties moeten zowel de mobiele toestellen, het radionetwerk, en het kernnetwerk (core) een update krijgen. Een mobiel toestel dient door de MNO worden ingesteld voor disaster roaming en de MNO geeft daarbij aan welke netwerken als vervangende netwerken kunnen dienen. Bij een verstoring zenden de overgebleven netwerken een specifieke indicatie (*disaster notification*) uit, die aangeeft welk netwerk is uitgevallen. Deze indicatie wordt alleen uitgezonden in het gebied waar de uitval is gebeurd. Een mobiel toestel dat het eigen netwerk niet meer kan vinden (door uitval) zal kijken of een netwerk van de lijst met vervangende netwerken beschikbaar is. Indien dat netwerk ook via de indicatie aangeeft als vervangend netwerk te kunnen dienen, dan zal het mobiele toestel zich via dat netwerk registreren. Door specifieke aanpassingen in de registratieprocedure worden situaties met overload zoveel mogelijk voorkomen.

Door de impact op zowel toestellen als radio- en kernnetwerken is *disaster roaming* niet snel in te voeren. Net als alle op roaming gebaseerde oplossingen werkt *disaster roaming* niet bij storingen die alle MNO's tegelijk treffen. Tot slot maakt *disaster roaming* geen onderscheid tussen verschillende soorten verkeer. Een hosting netwerk moet daarom voldoende additionele capaciteit hebben om het verkeer van een operator met uitval over te kunnen nemen.

Met de introductie van standaarden voor disaster roaming in 3GPP is de verwachting dat meerdere landen deze benadering zullen toepassen.

3.4 Maatregelen door de gebruiker zelf

Bij deze benadering gaan we ervan uit dat de gebruiker van een mobiel netwerk zelf verantwoordelijk is voor het borgen van de continuïteit van communicatie. Dit is vooral handig voor gebruikers die kritieke diensten verlenen, zoals de politie, energiebedrijven, openbaar vervoer, financiële dienstverlening, enz.

Dit kan op verschillende manieren worden gedaan, bijvoorbeeld:

- Gebruiken van simkaarten van meerdere MNO's: in geval van uitval van een bepaald mobiel netwerk heeft de gebruiker de mogelijkheid om de connectiviteit voort te zetten via het netwerk van andere operators in

Nederland. Dit wordt gewaarborgd door het verwerven van de simkaarten van meerdere operators en deze te gebruiken in mobiele randapparatuur (met ondersteuning van dual-SIM, multi-SIM), zodat er altijd de mogelijkheid is om verbinding te maken met minstens één MNO die nog steeds actief is.

- Wi-Fi-oplossingen op locatie hebben: als de medewerker in kwestie werkt vanuit een vaste locatie, zoals een kantoor, kan voor connectiviteit gebruik worden gemaakt van vaste (internet)aansluitingen in combinatie met Wi-Fi. In dit geval kan de gebruiker nog steeds bellen (over IP) en data gebruiken.
- Simkaarten uit het buitenland halen: met een internationale simkaart kan een gebruiker in Nederland op basis van internationale roaming gebruik maken van meerdere netwerken waarop roaming is toegestaan, afhankelijk van de individuele afspraken tussen Nederlandse en buitenlandse MNO's.

Bij deze oplossing verschuift de verantwoordelijkheid van de MNO naar de gebruiker zelf. Het verzekeren van continue connectiviteit via een of meer van deze oplossingen heeft een financiële impact voor de zakelijke gebruiker, wat er toe kan leiden dat deze gebruikers er van afzien en continuïteit hiermee niet in alle gevallen voldoende is geregeld. Er kan met grote zekerheid worden gezegd dat dit geen oplossing is voor consumenten en alleen geschikt kan zijn voor specifieke organisaties in vitale sectoren, zoals politie, energiebedrijven, openbaar vervoer, financiële dienstverlening, enz. Het vergroten van het bewustzijn bij deze organisaties ten aanzien van hun afhankelijkheid van mobiele netwerkdiensten en de risico's bij uitval en verstoring is belangrijk.

3.5 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze verkenning komen we tot de volgende conclusies:

- 1) Nationale roaming is een oplossing die momenteel in meerdere landen wordt gebruikt voor specifieke sectoren, voor continuïteit én voor verbeterde radiodekking. Voor Nederland wordt de vraag voor nationale roaming op de korte termijn ook verwacht vanuit specifieke sectoren zoals Openbare Orde en Veiligheid. Met deze oplossing kan de continuïteit aanzienlijk worden verhoogd en wordt een gebruiker niet geraakt bij verstoring van één MNO (dit komt enkele keren per jaar voor). Nationale roaming is bovendien ook een oplossing voor dekkingsproblemen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een ander (indoor) netwerk met betere radiodekking. Nationale roaming is echter niet een goede oplossing voor continuïteit van grote groepen gebruikers omdat er een overbelasting van de overgebleven netwerken zou kunnen ontstaan, met risico op een domino-effect.
- 2) Disaster roaming zoals gespecificeerd in 3GPP Release 17 is mogelijk een oplossing die voor consumenten kan worden gebruikt als continuïteitsoplossing in de toekomst. Met deze oplossing kan roaming op een geautomatiseerde manier geactiveerd kan worden door de gebruiker. Om problemen met capaciteit te voorkomen dient het datagebruik voor disaster roaming wel te worden beperkt tot een maximum per gebruiker.
- 3) Organisaties (in vitale sectoren) hebben in 4G en 5G ook zelf mogelijkheden om de afhankelijkheid van één MNO te verkleinen en daarmee de continuïteit te verhogen. Voorbeelden zijn het gebruik van dual-SIM of internationale simkaarten (eventueel op basis van eSIM) of

door de mogelijkheid tot toegang via andere netwerken te bieden (bv. vast internet via Wi-Fi of LoRa voor IoT-toepassingen).

TNO doet geen aanbeveling over het al dan niet invoeren van dergelijke alternatieven. TNO onderkent het steeds grotere belang van continuïteit van mobiele communicatie. Het is echter de vraag of de gevonden alternatieven, waarbij de ene operator verkeer overneemt van de ander, de juiste oplossing zijn voor toekomstige bedreigingen voor de continuïteit.

Daarnaast is het zonder aanvullend onderzoek onduidelijk of deze oplossingen proportioneel zijn qua kosten en impact op de MNO's ten opzichte van een mogelijk toegenomen continuïteit. TNO raadt daarom de overheid aan om in overleg met de operators op continue basis huidige en toekomstige risico's te identificeren en tegenmaatregelen van de individuele MNOs tegen het licht te houden.

Daarbij is ook relevant om de maatregelen die vitale sectoren nemen om continuïteit van hun dienstverlening te garanderen bij uitval van digitale infrastructuren te blijven monitoren.

4 Referenties

- [1] T-Mobile, KPN, Vodafone, „Regional roaming - Cross-operator strategy for the continuation of primary mobile telecom services during large scale 2G/3G voice outages,” Februari 2013.
- [2] Vereniging COIN, „De eindigheid van Regional Roaming als continuïteitsoplossing,” 24 februari 2022.
- [3] Stratix, „Nut en noodzaak Regional Roaming voor vitale sectoren,” Januari 2014.
- [4] ENISA, „National Roaming for Resilience - National roaming for mitigating mobile network outages,” November 2013.
- [5] Kamerbrief, „kst-24095-342,” 13 mei 2013.

5 Afkortingen

BSC	Base Station Controller
eSIM	embedded SIM
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
LoRa	Long Range
LTE	Long Term Evolution (4G)
M2M	Machine to Machine
MNO	Mobile Network Operator
MSC	Mobile Switching Centre
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
RNC	Radio Network Controller .
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
VoLTE	Voice over LTE
VoNR	Voice over New Radio
VoWi-Fi	Voice over Wi-Fi