

## **Alternatywne kontrakty terminowe**

Poprzednie Części koncentrowały się na pokazaniu wad w wizji 5G. Zasugerowały, że użytkownicy nie cenią sobie większej szybkości i że potrzeba zwiększenia pojemności zniknie wkrótce po wprowadzeniu 5G. Jednak w części przedstawiono szereg wizji 5G, które mają wartość; obejmuje to takie pomysły, jak zwiększony zasięg. Część 8 omawia te elementy wizji 5G, które są cenione przez konsumentów i pokazuje, jak mogą one powstać.

## **Dlaczego spójność jest ważniejsza niż szybkość**

Część 3 pokazuje, że gdyby serwery internetowe zawsze reagowały, a użytkownicy mobilni zawsze mieli dobry poziom sygnału w niezatłoczonych komórkach, prędkość byłaby więcej niż wystarczająca dla wszystkich powszechnie obecnie używanych aplikacji. Problem w tym, że wszystkie te warunki są rzadko spełniane. Sytuacja jest podobna do infrastruktury drogowej - wszyscy chcieliby szybszych podróży, ale czynnikiem ograniczającym nie jest prędkość maksymalna samochodów, ale przepustowość dróg. Właśnie dlatego ankiety ad hoc i niepotwierdzone dowody sugerują, że dla wielu szybkość osiągnęła punkt, w którym dalsze korzyści mają ograniczoną wartość; o wiele ważniejsza staje się spójność. Większość ludzi wolałaby mieć zadowalające szybkości transmisji danych dostępne wszędzie niż osłepiająco szybkie szybkości w niektórych miejscach i brak jakiegokolwiek łączności w innych. Podobnie w przypadku większości zastosowań wertykalnych - na przykład stała łączność nawet przy stosunkowo niskich szybkościach - byłaby bardziej pomocna dla pojazdów autonomicznych niż nieregularnie dostępne wysokie szybkości transmisji danych. Skoncentrowanie się na spójności (obecnie, gdy szybkość transmisji danych jest wystarczająca) jest również bardziej prawdopodobne, aby poprawić produktywność i wartość społeczną - pewność posiadania połączenia, które umożliwiłoby nowe metody biznesowe, lepszą responsywność itp. I odwrotnie, prędkości powyżej 10 Mb/s (do domu) są obecnie prawie w całości wykorzystywane do rozrywki, co zwiększa przyjemność, ale nie zwiększa produktywności. Ponieważ rządy dążą do poprawy wydajności, globalnej konkurencyjności i nie tylko, skoncentrowanie się na spójności, a nie na szybkości, wydaje się właściwe.

## **Jak zapewnić spójność**

Prawdziwa spójność jest trudna do zapewnienia i trudna do zmierzenia - zawsze będzie piwnica lub odległy obszar, który nie ma zasięgu. Zamiast skupiać się na spójności, lepiej przyjrzeć się tym obszarom, w których zasięg lub pojemność są w oczywisty sposób problematyczne.

Obejmują one:

- Transport: konkretnie pociągi i w mniejszym stopniu autobusy.
- Obszary wiejskie.
- Budynki, w tym domy, biura i budynki użyteczności publicznej.
- Obszary bardzo gęste, takie jak główne stacje kolejowe.

Każdy z nich omówiono poniżej.

## **Pociągi**

Operatorzy sieci ruchomej od wielu lat starają się zapewnić dobry zasięg w pociągach, ze zmiennym powodzeniem. Problemy z zasięgiem pojawiają się zwykle, gdy wystąpi jedna z następujących sytuacji:

- Wykopy kolejowe lub tunele, które blokują sygnały radiowe przed przedostaniem się na zewnątrz pociągu.

- Metalizowane szyby w samochodach osobowych, które tworzą blok między zewnątrz a wewnątrz.
- Pociągi dużych prędkości, w których przekazania mogą następować tak często, że ruch przekazania dominuje.
- Pociągi kursujące w gęstych aglomeracjach miejskich, gdzie zapotrzebowanie na pojemność jest bardzo wysoka.

Najlepszym rozwiązaniem dla większości z nich jest wzmacniak Wi-Fi w pociągu – i rzeczywiście jest on coraz powszechniej wdrażany. Wzmacniacz przezwycięża problem izolacji spowodowany metalizowanymi oknami - w rzeczywistości korzysta z tej izolacji, ponieważ zmniejsza wszelkie zakłócenia zewnętrzne, co pomaga w obszarach o dużym zapotrzebowaniu poza pociągiem. Rozwiązuje również problem przekazywania - urządzenia w samochodach osobowych pozostają zarejestrowane w wewnętrznym punkcie dostępu Wi-Fi. Może też pomóc nieco z problemem wykopów kolejowych i tuneli, wykorzystując zewnętrzną antenę zamontowaną na dachu pociągu, o znacznie lepszej wydajności niż słuchawki w pociągu. Wzmacniacz może również przesyłać sygnały komórkowe wraz z sygnałami Wi-Fi. Jednak jest to problematyczne, ponieważ transmisje komórkowe muszą odbywać się na licencjonowanych częstotliwościach należących do operatorów sieci komórkowych. Uzyskanie ich aprobaty, a następnie wybranie częstotliwości, które nie powodowały zakłóceń w ich zewnętrznej sieci jest trudne. Ten repeater staje się znacznie bardziej złożony, ponieważ musi obejmować wiele zespołów. Wreszcie, dla większości użytkowników ważniejsza jest łączność danych niż głos, ponieważ użytkownicy mogą przeglądać, odbierać e-maile i nawiązywać połączenia za pomocą rozwiązań Voice-over-Wi-Fi, takich jak Skype i WhatsApp. Jedynym problemem jest brak możliwości odbierania połączeń przychodzących przez sieć komórkową. Jednak repeater przenosi problem zasięgu na łącze typu backhaul pomiędzy samochodem osobowym a siecią. Przy wielu dziesiątkach użytkowników w samochodzie osobowym, aby wszyscy mogli korzystać z laptopów lub tabletów, całkowite wymagania dotyczące szybkości transmisji danych w zapakowanym samochodzie osobowym mogą potencjalnie przekroczyć 100 Mb/s w godzinach szczytu. To przekracza możliwości większości istniejących rozwiązań dosyłowych. Backhaul do wagonu kolejowego mógłby obecnie wykorzystywać zarówno łączność komórkową, jak i łączność satelitarną. Najlepsze rozwiązania wykorzystują obydwa - opierając się na satelicie poza zasięgiem komórkowym. Ale ani satelita, ani komórka nie mogą zapewnić prędkości 100 Mb/s; zamiast tego bardziej prawdopodobne jest około 10 Mb/s i obie zawodzą w tunelach. Tak więc, aby właściwie rozwiązać problem pokrycia w pociągach, potrzebne jest dwojake podejście:

- Wzmacniacze Wi-Fi zainstalowane we wszystkich wagonach pasażerskich pociągu.
- Lepsze pokrycie dosyłowe do samochodów osobowych.

Pierwszy to problem ekonomiczny i logistyczny. Instalacja wiąże się z kosztami i można ją wykonać tylko wtedy, gdy samochód osobowy może zostać skierowany do warsztatu serwisowego. Można to rozwiązać jedynie za pomocą odpowiednich bodźców ekonomicznych (takich jak wymóg zapewnienia przez właścicieli samochodów osobowych wzmacniaków) oraz przez zapewnienie wystarczającej ilości czasu, aby samochody osobowe przechodziły przez zajezdnie serwisowe lub były zastępowane nowszym taborem. Drugi problem wymaga stacji bazowych do dostarczania łączności typu backhaul. Powinny one być montowane wzdłuż toru, gdzie mogą zapewnić dobre pokrycie na całej długości linii, a zwłaszcza w sadzonym. Może wymagać specjalistycznych rozwiązań, takich jak instalacja nieszczelnego kabla zasilającego w tunelach. Wcześniej było to problematyczne, ponieważ każdy operator sieci ruchomej potrzebuje dostępu, a ograniczenia dotyczące prac przy torach i rozmieszczenia sprzętu spowodowały, że takie stacje bazowe są drogie, a w niektórych przypadkach trudne do rozmieszczenia. Jednak operatorom sieci kolejowych na ogół udaje się rozmieścić własne

stacje bazowe w celu zapewnienia łączności operacyjnej. Problem zostanie złagodzony przez ograniczenie dostępu do jednego dostawcy usług dosyłowych, a nie do wszystkich operatorów sieci komórkowych. Wdrożony sprzęt byłby skonfigurowany tak, aby zapewniał optymalną łączność dosyłową (zamiast bezpośredniej łączności telefonicznej), być może działając w regionie mmWave, gdzie istnieje wystarczająca przepustowość. Są to głównie problemy logistyczne, które wymagają rozwiązania przepisów i zachęt dla różnych podmiotów z branży kolejowej. Mogliby znacząco poprawić komunikację w pociągach, aby zapewnić lepszą łączność, niż jest to możliwe obecnie.

### **Obszary wiejskie**

Obejmowanie obszarów wiejskich to przede wszystkim kwestia ekonomii. Można to osiągnąć dzięki szerokiemu rozmieszczeniu masztów komórkowych (lub wież), ale te maszty generowałyby mniejsze dochody niż kosztowałyby rozmieszczenie i utrzymanie. W związku z tym niewielu (jeśli w ogóle) operatorów telefonii komórkowej dobrowolnie wdrożyłoby tę usługę. Uzyskanie lepszego zasięgu można osiągnąć poprzez:

- Odpowiednie zachęty finansowe, takie jak dotacja od rządu w zamian za osiągnięcie określonych celów ubezpieczenia.
- Technologia, która umożliwia większy zasięg ze stacji bazowej, wymagając w ten sposób mniejszej liczby stacji bazowych i dzięki czemu zasięg jest bardziej ekonomiczny.

Pierwszy ma miejsce pośrednio, wykorzystując zobowiązania dotyczące zasięgu w licencjach na widmo. Jednak lepszym podejściem może być zachęcanie operatorów sieci ruchomej i innych do składania ofert w celu zapewnienia wymaganego zasięgu. Następnie rząd wybierze najlepszą ofertę i zapłaci zwycięzcy za wdrożenie rozwiązania. Wdrożona przez nich sieć mogłaby być następnie współdzielona między wszystkimi operatorami sieci ruchomej, tak aby wszyscy abonenci uzyskali zasięg po najniższych kosztach dla rządu. Koncepcja subsydiowania pokrycia obszarów wiejskich jest daleka od nowego pomysłu. Na przykład w Australii rząd federalny prowadzi program Mobile Black Spot Program, którego celem jest poprawa zasięgu sieci komórkowej i konkurencji w regionalnych i wiejskich regionach Australii poprzez dotowanie kosztów budowy nowych stacji bazowych na obszarach bez zasięgu. Rząd przeznaczył 100 milionów dolarów australijskich w pierwszej rundzie, która dostarczy prawie 500 nowych i zmodernizowanych mobilnych stacji bazowych w całej Australii (rząd australijski, Departament Komunikacji i Sztuki nd). Organy normalizacyjne nie skupiały się na technologii, która rozszerza zasięg, ponieważ odbywa się to zazwyczaj kosztem wyższych szybkości transmisji danych. Klasycznym rozwiązaniem, szeroko stosowanym w wielu systemach IoT, jest wykorzystanie rozpraszania danych (znanego jako bezpośrednio widmo rozproszenia sekwencji lub DSSS) w celu zwiększenia zasięgu kosztem szybkości transmisji danych. Takie właśnie rozwiązanie wykorzystują satelity GPS, aby umożliwić odbiór transmisji z orbity o małej mocy przez małe urządzenia. Dodanie trybu DSSS do standardów dałoby operatorom elastyczność w kompromisie między szybkością transmisji danych a zasięgiem, gdy jest to właściwe, ułatwiając objęcie obszarem wiejskim. Niestety, obecnie wydaje się, że taki tryb nie znajduje się w porządku obrad kluczowych organów normalizacyjnych.

### **W domu**

W większości przypadków zasięg transmisji danych w domu jest zapewniany przez samodzielnie wdrażaną sieć Wi-Fi, co generalnie zapewnia doskonałe szybkości transmisji danych, o ile domowe połączenie szerokopasmowe jest dopuszczalne, nie ma znaczących zakłóceń Wi-Fi, a poziom sygnału w całym domu jest silny. Zakłóceniom można często przeciwdziałać poprzez zmianę kanału i słabe poziomy sygnału za pomocą wzmacniaczy lub lepsze umiejscowienie punktu dostępowego. Pozostałe

kwestie to zasięg sieci komórkowej i ewentualnie zasięg dla odwiedzających. Zasięg komórkowy może być ważny, szczególnie w przypadku odbierania połączeń przychodzących. Połączenia wychodzące można wykonywać z domowego telefonu bezprzewodowego lub za pomocą aplikacji do połączeń Wi-Fi. W przeszłości operatorzy sieci komórkowych podejmowali różne próby uzyskania przeciążenia w domu za pomocą femtokomórek, ale w większości zakończyły się one niepowodzeniem, ponieważ:

- Właściciele domów nie chcą dodatkowego pudełka w domu.
- Rozwiązanie jest powiązane z jednym MNO (chyba że zainstalowanych jest wiele skrzynek), co utrudnia przełączanie się między MNO. Może to nie być odpowiednie dla wszystkich członków rodziny.
- Integracja domowej femtokomórki z siecią MNO może być skomplikowana i kosztowna.

Ponieważ Wi-Fi nadal zyskuje na popularności, wydaje się mało prawdopodobne, że femtokomórki zauważą odrodzenie. Zamiast tego zostaną opracowane sposoby obejścia słabego zasięgu sieci komórkowej za pomocą Wi-Fi dla domu. Zasięg Wi-Fi dla odwiedzających można uzyskać po prostu podając odwiedzającemu hasło. Jest to wykonalne, ale nieco niezgrabne; można przewidzieć bardziej zautomatyzowany proces, który może być częścią szerszego rozwiązania automatyzującego proces logowania do punktów dostępu Wi-Fi. Zostało to omówione bardziej szczegółowo w następnym sekcji.

### **W biurze**

W dużym stopniu sprawy biurowe obejmują ten sam zestaw spraw, co w domu. Wi-Fi to dobre rozwiązanie, ale zasięg sieci komórkowej może być słaby. Femtokomórki i małe komórki nie okazały się zbyt popularne i wydaje się, że to się nie zmieni. Korzystanie z tego samego zestawu rozwiązań, co w domu, aby zapewnić połączenia Wi-Fi i uproszczony sposób na uzyskanie hasła rozwiązałyby większość problemów.

### **Budynki publiczne**

Technicznie rzecz biorąc, budynki użyteczności publicznej nie różnią się materialnie od budynków biurowych (choć niektóre budynki, takie jak muzea, mogą być większe i trudniej je zakryć). Stąd, podobnie jak w domu i w biurze te same rozwiązania dotyczą Wi-Fi. Administracyjnie wymaga to wdrożenia Wi-Fi28 i mechanizmu umożliwiającego łatwy dostęp. Gdyby rząd wdrożył uniwersalne rozwiązanie w zakresie haseł do budynków publicznych, mogłoby to być cenne w dostarczaniu uniwersalnych rozwiązań w zakresie haseł na szerszą skalę - na przykład to samo rozwiązanie można zastosować w domach i biurach. Alternatywnie, rząd mógłby skorzystać z opracowywanych rozwiązań w sektorze prywatnym.

### **Gęste obszary**

Szczególne problemy stwarzają obszary o bardzo dużym zagęszczeniu użytkowników, takie jak główne dworce kolejowe i stadiony. Rozwiązania komórkowe zmagają się z zapotrzebowaniem na bardzo małe komórki w często bardzo otwartych środowiskach, w którym niewiele jest przeszkód, aby zapobiec interferencji z jednej komórki do drugiej. Na stadionach istnieją specjalne rozwiązania Wi-Fi, w których punkty dostępu są rozmieszczone po wewnętrznej stronie dachu, zapewniając ukierunkowane wiązki skierowane w dół, które mogą oświetlać tylko 10 lub 20 miejsc. Podobne rozwiązania można wdrożyć dla sieci komórkowych, ale znowu trudno jest wdrożyć jedno rozwiązanie na operatora, a właściciel budynku może preferować wdrożenie samodzielnego i samodzielnego rozwiązania zamiast negocjować z operatorami sieci ruchomej. Podobne rozwiązania można by przewidzieć na dworcach kolejowych. Obecnie większość Wi-Fi w tych miejscach jest zapewniająca przez właścicieli sklepów w sposób doraźny, co powoduje słaby zasięg w niektórych obszarach i zakłócenia w innych. Centralizacja

planowania i wdrażania Wi-Fi radykalnie poprawiłaby sytuację. Wymagałoby to zgody właścicieli sklepów, z których niektórzy mogliby wdrożyć określone rozwiązania w ramach swojej franczyzy (np. dostęp w Starbucks). Podobnie jak w przypadku sieci kolejowej, poprawa stanu głównych stacji kolejowych może wymagać bezpośredniej interwencji rządu. W obszarach takich jak centra handlowe, może istnieć wystarczający interes własny właściciela centrum handlowego, aby mieć scentralizowane wdrożenie.

## **Streszczenie**

W różnych rozwiązaniach istnieje wiele wspólnych wątków - mianowicie:

- Interwencja rządu w takich aspektach, jak stacje kolejowe- Wi-Fi na głównych stacjach i w zasięgu przytorowym w celu wymuszenia zmian i udzielania zamówień na pokrycie obszarów wiejskich.
- współdzielenie infrastruktury pomiędzy wszystkimi operatorami sieci ruchomej na obszarach wiejskich oraz ewentualnie w innych miejscach.
- Dodanie trybu DSSS w sieci komórkowej, aby umożliwić większy zasięg dla pokrycia obszarów wiejskich.
- Możliwość przekierowywania przychodzących połączeń telefonicznych przez Wi-Fi, dzięki czemu w przypadku braku połączenia komórkowego ludzie nadal są w kontakcie.
- Możliwość wysyłania do urzędów informacji o identyfikatorze zestawu usług (SSID) i hasła zamiast pytania użytkowników dla haseł i wprowadź je ręcznie. Może to być ogólne (na wzór brytyjskiego BT Wi-Fi [dawniej BT OpenZone], w którym każdy klient BT Wi-Fi może korzystać z routera Wi-Fi dowolnego innego klienta) lub może opierać się na różnych kryteriach ( np. umożliwienie znajomym na Facebooku dostępu do hasła, powiązanie rezerwacji hotelu przez przeglądarkę z pobraniem danych Wi-Fi itp.).

## **Świat „najpierw Wi-Fi”**

Poprzednie wezwania do zwiększenia zasięgu koncentrowały się głównie na telefonii komórkowej, a wcześniejsze wysiłki na rzecz zapewnienia szerokiego zasięgu „komunalnego” Wi-Fi były ogólnie postrzegane jako porażka. Kroki opisane w poprzedniej sekcji przeniosą Wi-Fi z powrotem na centralną pozycję w świecie komunikacji. Czy jest to prawdopodobne i czy wyciągnięto wnioski z poprzednich prób wdrożenia szeroko rozpowszechnionego Wi-Fi? Warto przypomnieć, że żyjemy już w świecie Wi-Fi-first. Znacznie ponad 50 procent ruchu z naszych telefonów komórkowych przepływa przez Wi-Fi, a zazwyczaj 100 procent danych z tabletów i laptopów jest przez Wi-Fi. Wi-Fi przenosi co najmniej rząd wielkości – a może nawet dwa – więcej danych niż sieć komórkowa. Zazwyczaj posiadamy tylko jedno urządzenie połączone z siecią komórkową, ale często pięć lub więcej urządzeń podłączonych do sieci Wi-Fi. W kraju takim jak Wielka Brytania jest prawdopodobnie około 20 milionów punktów dostępu Wi-Fi, ale tylko około 60 000 stacji bazowych telefonii komórkowej. Hotel lub biuro bez Wi-Fi byłoby postrzegane jako niedopuszczalne, podczas gdy takie, które nie miałyby zasięgu komórkowego, byłoby po prostu irytujące. To nie jest umniejszanie poziomu komórkowego; Odgrywa kluczową rolę w zapewnianiu zasięgu w ruchu i pozostanie istotną częścią naszej infrastruktury komunikacyjnej w dającej się przewidzieć przyszłości. Istnieją dobre powody, dla których w większości przypadków preferowane jest Wi-Fi. Sieć komórkowa jest droga i ma z natury ograniczoną pojemność. Wi-Fi jest prawie darmowe, ale wciąż daleko nam do osiągnięcia możliwości obecnych systemów. Nie dzieje się tak z powodu technologii lub widma - obaj używają prawie identycznych technologii (takich jak OFDM) i mają do dyspozycji prawie identyczne ilości widma (łącznie około 500 MHz). Różnica wynika z modelu wdrażania. Wdrażanie pokrycia „od środka” jest znacznie bardziej wydajne niż „na zewnątrz”.

Ponieważ większość danych odbywa się wewnątrz budynków, a zewnętrzne ściany budynków stanowią częściową barierę dla fal radiowych, dostarczanie sygnału radiowego z wnętrza budynku nie tylko zapewnia użytkownikom silny sygnał, ale także wykorzystuje zapewnioną izolację przy ścianach, aby ograniczyć ingerencję innych użytkowników. I odwrotnie, systemy komórkowe muszą dążyć do przebicia się przez ściany zewnętrzne, dostarczając słabe sygnały do wewnątrz, zmniejszając ogólną pojemność komórek i powodując zakłócenia w komórkach zewnętrznych. W zasadzie komórka może być stosowana również w pomieszczeniach – i było wiele prób, aby to zrobić przy użyciu „femtokomórek” i podobnych podejść. Jednak skala wyzwania wdrożeniowego wykracza poza zakres jednej firmy i jest możliwa do osiągnięcia tylko dzięki Wi-Fi dzięki działaniom milionów użytkowników, którzy wdrażają własne punkty dostępu. Teraz, gdy Wi-Fi jest szeroko wdrożone, uzasadnienie wdrażania telefonii komórkowej również w pomieszczeniach jest ograniczone. W związku z tym nastąpił samospelniający się ruch w kierunku urządzeń obsługujących tylko Wi-Fi, ponieważ użytkownicy zdają sobie sprawę, że łączność Wi-Fi jest prawdopodobna. To nie jest próba zastąpienia komórki. Wi-Fi nigdy nie zapewni łączności na obszarach wiejskich, przy większości dróg i większości osób, gdy się przemieszczają. Sieć komórkowa jest niezbędnym elementem naszej kompletnej infrastruktury komunikacyjnej - w większości przypadków nie jest to jednak najlepszy sposób na dostarczenie końcowych elementów potrzebnych do zapewnienia wszechobecności. Pozostała część tej sekcji dotyczy zmian i dodatków Wi-Fi, które mogą być potrzebne, aby Wi-Fi prawidłowo spełniało swoją główną rolę.

### **Wykonywanie i odbieranie połączeń przez Wi-Fi**

W przypadku urządzenia podłączonego tylko do Wi-Fi (a nie przez sieć komórkową) nawiązanie połączenia głosowego jest proste. Jednak przekierowanie połączenia przychodzącego na numer komórkowy, co staje się coraz bardziej powszechne, wymaga specjalnego traktowania. Prosty rozwiązaniem jest użycie schematu numeracji, niezwiązanego bezpośrednio z telefonem komórkowym, który ma na celu skontaktowanie się ze słuchawką przez Wi-Fi – na przykład „uchwyt” Skype lub WhatsApp działa w ten sposób. Może to jednak nie być wygodne dla użytkownika. Bardziej kompletnym rozwiązaniem jest wykorzystanie ulepszeń opracowanych przez 3GPP (2018), grupę odpowiedzialną za standardy komórkowe. Specyfikacja TS23.402 - Ulepszenia architektury dla dostępu innych niż 3GPP — umożliwi telefonowi komórkowemu łączenie się z siecią MNO za pośrednictwem dowolnego połączenia Wi-Fi przy użyciu bezpiecznego tunelu. Po połączeniu użytkownik może zarówno wykonywać połączenia wychodzące, jak i odbierać połączenia przychodzące przez sieć swojego MNO, tak jakby byli połączeni przez komórkę. Wymaga to wsparcia oprogramowania w słuchawce oraz wdrożenia odpowiedniej bramki bezpieczeństwa i obsługi VoIP przez operatora MNO. Oprogramowanie jest dostępne w najnowszych wersjach najpopularniejszych telefonów i bram, które są wdrażane przez wielu operatorów MNO. W Wielkiej Brytanii wszyscy operatorzy sieci komórkowych oferują pewien stopień obsługi połączeń przez Wi-Fi.

### **Automatyczne hasła**

To normalne, że podróżni pytają „Jakie jest hasło do Wi-Fi?” przy meldowaniu się w hotelach, jeszcze zanim zapytają o śniadanie i inne ustalenia. Ręczne wybieranie sieci i wprowadzanie haseł to praktyczne rozwiązanie, ale dalekie od ideału. Istnieje wiele powodów, dla których stosuje się ochronę hasłem:

- Uniemożliwienie osobom znajdującym się w pobliżu swobodnego korzystania z zasobu, a tym samym uniknięcie konieczności płacenia za własne połączenie szerokopasmowe (lub podobnie, zapewnienie, że tylko poszczególni klienci korzystają z dostępu do Wi-Fi).

- W ramach ograniczeń prawnych, które mogą wymagać ochrony hasłem, wraz z zapewnieniem identyfikacji, w celu umożliwienia śledzenia nielegalnych działań (np. pobieranie materiałów chronionych prawem autorskim).
- Utrudnić hakerom dostęp do sieci. Istnieje również kilka podejść ułatwiających wejście:
- Wspólne hasła w wielu punktach dostępowych - na przykład we wszystkich sklepach „sieci kawiarni” - lub szerzej we wszystkich punktach dostępowych udostępnianych przez danego operatora (dobrym przykładem jest BT Wi-Fi).
- Urządzenia, które pamiętają hasła i automatycznie logują się do sieci podczas powtórnej wizyty.
- Wykorzystanie innych mechanizmów uwierzytelniania, takich jak w telefonie komórkowym do uwierzytelniania użytkowników.
- Korzystanie z publicznego dostępu Wi-Fi, takiego jak Hot Spot 2.0.

Logiczne partycjonowanie punktu dostępu może rozwiązać wiele z powyższych problemów. Takie partycjonowanie - które nie ma bezpośredniego połączenia z siecią właściciela routera Wi-Fi i nad którym ruch właściciela ma pierwszeństwo – może zapobiec włamaniom i sprawić, że gapowicze będą mniej problemem. Można sobie wyobrazić tryby działania, w których nieznane urządzenie zostanie dopuszczone do sieci wyłącznie w celu wysłania zautomatyzowanego żądania rejestracji wraz z odpowiednimi danymi uwierzytelniającymi. Prawidłowe żądanie otrzymałoby w odpowiedzi hasło, co umożliwiłoby pełny dostęp do sieci. Bardziej proaktywną postawą byłoby nakazanie rządowi lub organom regulacyjnym, aby wszystkie sprzedawane routery udostępniały odwiedzającym niewielką część swojej przepustowości przez ograniczony czas, w którym odwiedzający chce korzystać. Zapewni to dostęp wystarczający dla większości, zapobiegając jednocześnie problemowi długoterminowego „pożyczania” zasobów. Te środki mogą stworzyć ogromną wirtualną pojemność przy minimalnych kosztach. Takie tryby i inne podejścia prawdopodobnie będą stopniowo ewoluować w czasie i mogą być ułatwione przez rządy poprzez usunięcie przepisów, które wymagają identyfikacji użytkowników do celów prawnych. W międzyczasie użytkownicy będą musieli kontynuować ręczne wprowadzanie hasła.

### **Bezpieczeństwo**

Wi-Fi może zapewnić doskonałe bezpieczeństwo, o ile stosowane są odpowiednie tryby szyfrowania. Największym zagrożeniem są „nieuczciwe” punkty dostępowe. Wydaje się, że oferują one łączność, ale będą sprawdzać ruch danych, szukając haseł i podobnych cennych informacji. Wiele sposobów rozwiązania tego problemu może wyglądać następująco:

- Aplikacje użytkownika szyfrujące dane od początku do końca, aby uniemożliwić „człowiekowi w środku” wydobycie ważnych informacji. Robi się to już rutynowo.
- Wykorzystanie centralnego serwera walidacji. Na przykład urządzenie Wi-Fi może wysłać identyfikator SSID i hasło używane do tego serwera wraz z innymi informacjami kontekstowymi, takimi jak identyfikatory SSID innych widocznych węzłów Wi-Fi. Umożliwiłoby to serwerowi walidacji sprawdzenie, czy węzeł jest znany i czy został odpowiednio certyfikowany.
- Przykładem jest wykorzystanie systemu zarządzanego przez jedną firmę - ponownie system BT Wi-Fi.

Wydaje się, że nie ma żadnego istotnego powodu związanego z bezpieczeństwem, aby Wi-Fi nie odgrywało bardziej znaczącej roli.

### **Poleganie na nielicencjonowanym widmie**

Wi-Fi wykorzystuje nielicencjonowane widmo, które w zasadzie może być przeciążone lub podlegać zakłóceniom. W praktyce widzieliśmy, po pierwsze, że przeciążenie narasta powoli przez lata, dając czas na jego rozwiązanie, a po drugie, że organy regulacyjne zapewniły dodatkowe pasma częstotliwości, takie jak 5 GHz, w razie potrzeby. W przyszłości wszelkie pojawiające się problemy będą prawdopodobnie pojawiać się powoli i będą rozwiązywane w drodze regulacji lub czegoś podobnego. Oznacza to, że organy regulacyjne powinny zwracać szczególną uwagę na widmo nielicencjonowane. Dzięki polityce „najpierw Wi-Fi” widmo dla Wi-Fi staje się ważniejsze niż dla sieci komórkowej i należy na nie przeznaczyć proporcjonalne zasoby. Może to wiązać się z większym monitorowaniem w celu zrozumienia zagęszczenia ruchu i preferowaniem udostępniania widma nielicencjonowanego w stosunku do widma licencjonowanego. Stwierdzenia sugerujące, że regulator zajmie się kwestiami, które ograniczyły wydajność Wi-Fi jako bardzo ważne, również pomogłyby uspokoić użytkowników i inwestorów. Bardziej ogólnie, właściwy byłby przegląd polityki w zakresie nielicencjonowanego widma oraz jego roli i wartości w nowoczesnym środowisku zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym.

### **Awaria miejskiej sieci Wi-Fi**

Były różne próby objęcia Wi-Fi całych miast. Wszystkie one zawiodły, głównie dlatego, że skala wyzwania jest duża, a przychody niewielkie. Sugestia tutaj jest inna – nie rozszerzać zasięgu Wi-Fi na obszary, w których jest już zasięg komórkowy, ale selektywnie wdrażać Wi-Fi, głównie w pomieszczeniach, aby zapewnić spójność i być finansowanym głównie przez rząd na różne sposoby.

### **5G i Wi-Fi**

Duża część 5G koncentruje się na wyższych szybkościach transmisji danych i większej pojemności w gęsto zaludnionych obszarach. Wcześniejsze rozdziały sugerowały, że dostarczanie coraz wyższych prędkości powyżej 100 Mb/s, które są już teoretycznie możliwe w 4G, jest niepotrzebne. Zapewnienie zwiększonej przepustowości w gęsto zaludnionych obszarach miejskich byłoby cenne, ale proponowane kluczowe rozwiązanie polegające na wykorzystaniu małych komórek i częstotliwości mikrofalowych wydaje się nieoptymalne i jest mało prawdopodobne, aby dotyczyło większości użytkowników danych przebywających w pomieszczeniach. Niektóre elementy 5G są przydatne. Oddzielenie płaszczyzn kontroli i danych oraz możliwość lepszego połączenia z Wi-Fi mogą pomóc w bardziej płynnym korzystaniu z sieci komórkowych i Wi-Fi. Podobnie korzystanie z sieci definiowanych programowo (SDN) lub NFV może uprościć i przyspieszyć integrację z systemami innych firm. Innym rozwiniętym potencjałem, który może mieć wpływ na ten obszar, jest licencjonowany dostęp wspomagany (LAA). Jest to podejście, w którym operatorzy sieci ruchomej wykorzystują nielicencjonowane widmo wraz z licencjonowanym przydziałem, aby poprawić przepustowość. Często łącze sterujące do urządzenia jest zachowywane w widmie licencjonowanym, a pobieranie danych odbywa się oportunistycznie w widmie nielicencjonowanym. Zazwyczaj zakłada się, że LAA korzysta z tego samego pasma 5 GHz, co Wi-Fi. LAA jest rozwijany w ramach 4G i może zostać wdrożony przed erą 5G. Mówiąc prościej, LAA może niewiele się zmienić. Słuchawka: wybierz, czy chcesz pobrać wymagane dane z LAA lub Wi-Fi. Oba wykorzystują te same pasma częstotliwości i oba wykorzystują podobną technologię. Jedna po prostu zastąpiłaby drugą z niewielkim efektem netto. Jednak LAA pozwala operatorom sieci ruchomej na większą kontrolę nad działaniem telefonu, co może przynieść pewne korzyści, zwłaszcza jeśli niektóre rozwiązania potrzebne do ściślejszej integracji Wi-Fi i telefonii komórkowej nie zostaną zrealizowane. W przypadku dostarczenia z centrum macierzystego LAA może dostarczyć operatorom sieci ruchomej uzasadnienie dla silniejszej obecności w domu; może to również mieć wpływ na dynamikę branży.

### **Streszczenie**



Podsumowując, sieć komórkowa jest już używana, gdy Wi-Fi nie jest dostępne - jest to nasza awaria, a zatem powód, dla którego użytkownicy nie są skłonni płacić wyższych miesięcznych opłat za łączność komórkową. Zasugerowane tutaj podejście do zapewnienia spójności rozpoznaje i buduje na tym w sposób pragmatyczny.

### **Działania regulacyjne i rządowe**

Aby taki świat spójnej komunikacji mógł zaistnieć, wymaga różnego rodzaju działań rządu, jak wspomniano wcześniej. Rządy i organy regulacyjne muszą zmienić politykę z tych, które koncentrują się na szybkości, w kierunku tych, które mają na celu łączność. Tutaj brane są pod uwagę te polityki, które nie są już potrzebne, wraz z nowymi, które należy rozpocząć. Rozważając stanowisko polityczne i regulacyjne, należy zastanowić się nad potencjalną strukturą przemysłu w ramach takiej wizji. Obecnie konsumenci mogą mieć umowę na linię domową z firmą taką jak AT&T oraz umowę na telefon komórkowy z firmą taką jak Verizon. Wi-Fi jest zapewniane przez kablówkę, telefon, antenę satelitarną lub inne rodzaje firm, albo Wi-Fi może być używane w hot spotach satelitarnych lub innych hot spotach prowadzonych przez firmy takie jak Starbucks. Regulacja zazwyczaj koncentruje się na generowaniu jak największej konkurencji. W komunikacji mobilnej konkurencja jest zapewniona poprzez utrzymywanie trzech lub czterech operatorów MNO. W przypadku łączy szerokopasmowych do domu lub biura może istnieć tylko jeden dostawca, ale konkurencja jest generowana przez uwolniony dostęp do sieci bazowej lub inne formy konkurencji ponad fizyczną warstwę dostępu. Sukces regulacji mierzy się szybkością dostępu i kosztami konsumenta, przy pewnym zainteresowaniu świadczeniem usługi powszechnej w łączach stacjonarnych. W przyszłości konsumenci mogą również dodać pewną formę modułu umożliwiającego dostęp do Wi-Fi do swojego zestawu dostawców usług komunikacyjnych. Może to być firma taka jak BT Wi-Fi, która w niektórych przypadkach faktycznie udostępnia hot spoty, lub taka jak Google, która zapewnia hasła i certyfikację punktów dostępu wdrożonych przez innych. Mogą również mieć rachunki w rządzie za dostęp do budynków rządowych. Większość ruchu danych konsumentów może przepływać przez tę sieć Wi-Fi. Usługa telefonii konsumenckiej może być świadczona przez urządzenie umożliwiające dostęp do sieci Wi-Fi, a nie przez operatorów sieci komórkowych, i być wstępnie zaprogramowana do efektywnej pracy przy użyciu rozwiązań głosowych przez Wi-Fi. Połączenia przychodzące mogą być kierowane najpierw do modułu umożliwiającego dostęp do sieci Wi-Fi i tylko do MNO, jeśli dostęp przez Wi-Fi nie jest dostępny. Umowa z operatorem sieci ruchomej może być nawet obsługiwana przez podmiot umożliwiający dostęp do sieci Wi-Fi. Współdzielony dostęp do sieci prawdopodobnie wzrośnie. Operatorzy sieci komórkowych będą świadczyć niektóre ze swoich usług za pośrednictwem sieci Wi-Fi. Szybkie połączenie z dachem wagonu, aby umożliwić Wi-Fi wewnątrz pociągów, może być dostarczane za pośrednictwem wspólnej sieci należącej do strony trzeciej. podobnie, można zbudować jedną sieć wiejską, z której korzystają wszyscy operatorzy sieci ruchomej. To nie jest radykalnie zmieniony świat, ale zachodzą w nim znaczące zmiany. Polityki muszą uwzględnić potrzebne innowacje i inwestycje.

### **Zasady nie są już potrzebne**

Dążenie do spójnej łączności sprawiłoby, że niektóre obecne podejścia regulacyjne i rządowe byłyby niepotrzebne, w tym: -

- Inicjatywy FTTH i, bardziej ogólnie, dążenie do zajęcia wysokiego miejsca w światowych tabelach ligowych prędkości. Obowiązek świadczenia usługi powszechnej ustalony na poziomie około 10 Mb/s w domu jest odpowiedni, ale większość domowych potrzeb szerokopasmowych można zaspokoić za pomocą rozwiązań takich jak FTTC, a następnie VDSL lub G.fast w ostatniej kropli. Wymóg większej szybkości zabiera czas i pieniądze z inwestycji w takie obszary, jak uniwersalne sieci Wi-Fi, które operatorzy zasiedziały są zazwyczaj dobrze przygotowani do realizacji.

– Stanowiska testowe 5G i podobne, skupiające się na wysokich szybkościach transmisji danych, nie byłyby potrzebne. Zamiast tego cenne byłyby stanowiska testowe, które poprawiają integrację między siecią komórkową i Wi-Fi, wykazują lepszą łączność na obszarach wiejskich lub lepsze połączenia dosyłowe do pociągów.

– Konkurencja wśród mobilnych graczy. Inni dostawcy mogą być ważniejsi, a w niektórych przypadkach operatorzy sieci komórkowych mogą być zachęceni do współdzielenia sieci.

### **Potrzebne nowe zasady**

Różne polityki, które rząd musi wprowadzić, zostały wprowadzone wcześniej. Obejmują one:

– Inwestycje w sieci Wi-Fi w budynkach użyteczności publicznej, w tym muzeach, szkołach, szpitalach, uniwersytetach, biurach w centrach miast. Obejmuje to nie tylko wdrożenie punktów dostępu, ale także wprowadzenie lub przyjęcie uniwersalnego systemu logowania. Powinna to być stosunkowo niedroga inwestycja, z punktami dostępowymi kupowanymi hurtowo i instalowanymi przez ekipę budowlaną.

– Inwestowanie w zasięg sieci komórkowej na obszarach wiejskich poprzez przyznawanie funduszy na określone cele zasięgu.

– Obowiązki właścicieli koncesji kolejowych lub kolejowych, a być może również koncesjonariuszy autobusowych, dotyczące wdrażania Wi-Fi, wraz z towarzyszącymi obowiązkami właścicieli torów, aby umożliwić skuteczne świadczenie usług dosyłowych.

– Potencjalnie większe regulacje dotyczące Wi-Fi w obszarach takich jak widmo, bezpieczeństwo i konkurencyjne regulacje dla dostawców Wi-Fi, którzy mogą mieć znaczącą pozycję rynkową.

– Potencjalnie regulacja ma pomóc w kierowaniu połączeń przychodzących do telefonów podłączonych do Wi-Fi. Może to być zmodyfikowana forma przenoszenia numeru lub coś podobnego.

Każde z tych zaleceń jest jasne i można je natychmiast zastosować. Zazwyczaj nie wymagają nowych przepisów, a wymagania dotyczące finansowania są stosunkowo skromne.

### **Dostarczanie Internetu Rzeczy**

Prognozy dotyczące liczby połączonych „rzeczy” wahają się od 50 miliardów do bilionów. Wydaje się, że nie ma wątpliwości, że połączenie wielu otaczających nas urządzeń elektronicznych przynosi korzyści; będzie się to działo coraz częściej, gdy różne elementy technologicznej i logistycznej układanki będą się układać. Jak wspomniano wcześniej, łączność umożliwiająca IoT nie musi czekać na 5G. Wielu operatorów MNO entuzjastycznie przyjęło nowe technologie pojawiające się w ramach 4G i zaprojektowane specjalnie dla IoT, w tym LTE-M i NB-IoT. Próby trwały w 2016 roku; pierwsze rozmieszczenie oczekiwano w 2017 r.; i powszechnego przyjęcia spodziewano się w 2018 r. Wiele wdrożeń IoT można wdrożyć jako aktualizacje oprogramowania do istniejących stacji bazowych, umożliwiając operatorom sieci ruchomej szybkie i ekonomiczne aktywowanie rozwiązań IoT na całym obszarze ich zasięgu. Istnieje niezliczona liczba dostawców chipsetów do urządzeń użytkowników końcowych oraz silny ekosystem, który jest w stanie dostarczać rozwiązania do zarządzania oprogramowaniem i inne niezbędne elementy. IoT może również obejmować pewien element samodzielnego dostarczania lub dostarczania przez alternatywnych, wschodzących operatorów. Analogicznie łączność komórkowa jest dostarczana za pośrednictwem różnych operatorów korzystających z licencjonowanego widma i samodzielnego wdrażania punktów dostępu Wi-Fi przez niezliczone podmioty w nielicencjonowanym widmie. Jak omówiono powyżej, połączenie obu jest potrzebne, aby sprostać wyzwaniom dotyczącym zasięgu i pojemności. Już teraz wdrażanych jest wiele

nielicencjonowanych technologii IoT, w tym technologie Sigfox i LoRa oraz te oparte na standardzie Weightless. Operatorzy tacy jak Arqiva w Wielkiej Brytanii i Comcast w Stanach Zjednoczonych wykorzystują rozwiązania nielicencjonowane jako sposób wejścia na rynek, a operatorzy sieci komórkowych, tacy jak Orange we Francji, planują komplementarnie wdrażać zarówno licencjonowane, jak i nielicencjonowane rozwiązania. Niektóre społeczności użytkowników, takie jak organizacje kampusowe i lotniska, rozważają wdrożenie na swoim obszarze. Ale droga do szeroko stosowanego nielicencjonowanego rozwiązania jest mniej jasna. Nie ma pewności, która technologia lub standard będzie zwycięzcą, ani czy będzie wielu zwycięzców. Nie jest również jasne, czy droga do powszechnego wdrożenia będzie prowadziła przez jednego operatora, czy przez działanie społeczności ze współdzielonym dostępem. W końcu pojawi się przejrzystość, ponieważ niektóre rozwiązania zyskują na popularności, a inne odpadają, a ciała takie jak Weightless33 mają na celu pomóc w procesie budowania konsensusu. Inne mogłyby być bardziej proaktywne – na przykład rządy mogłyby zaangażować się w inteligentne zamawianie ogólnokrajowej usługi IoT, zachęcając dostawców i operatorów do działania. Niezależnie od tego IoT pojawia się i będzie się silnie rozwijał w ciągu najbliższych kilku lat.

### **Alternatywna przyszłość**

Jak mogłaby powstać taka alternatywna wizja? Zajmując stanowisko spoglądania wstecz od 2022 r., ten rozdział przedstawia teraz jeden ze sposobów, w jaki może się to urzeczywistnić. Przyszłość rzadko jest przewidywalna do tego stopnia, więc ta prognoza z pewnością jest błędna, ale warto pokazać możliwości. Tutaj zakładam, że istnieje mniejsze prawdopodobieństwo i dłuższe ramy czasowe dla inicjatyw związanych z Wi-Fi ze względu na to, że w latach 2016-2017 nie poczyniono żadnych widocznych postępów. Zasadniczo skutkowało to przesunięciem prognoz o rok<sup>34</sup> i pojawieniem się Google Project Fi na całym świecie podlega niższe.

### **2018**

Dopiero w 2018 roku zaczęło świtać zrozumienie, że konsumenci stopniowo przenieśli się do świata „najpierw Wi-Fi”. Zbieranie danych o ilości korzystania z Wi-Fi zawsze było problematyczne, ale aplikacje działające w tle na telefonach pokazały, że ponad 85 procent danych ze smartfona było przesyłanych przez Wi-Fi - głównie w domu i biurze. Ponieważ ponad 80 procent wszystkich tabletów i laptopów korzysta tylko z Wi-Fi, oznaczało to, że ponad 95 procent wszystkich danych konsumenckich było przesyłanych przez Wi-Fi, przy czym odsetek ten rósł, gdy Wi-Fi stawało się coraz bardziej wszechobecne i coraz bardziej darmowe.

Projekty Wi-Fi zostały uruchomione na całym świecie. W niektórych krajach, na przykład w Singapurze, istniała już prawie wszechobecna publiczna sieć Wi-Fi zapewniana przez rząd. W innym miejscu indyjski regulator TRAI promował publiczne otwarte ramy Wi-Fi, aby umożliwić właścicielom hotspotów oferowanie usług użytkownikom telefonów komórkowych; Komisja Europejska sfinansowała i promowała projekt na całym kontynencie i niezliczone lokalne inicjatywy rozkwitły. Operatorzy sieci ruchomej w większości ignorowali implikacje. Mieli wiele, na których mogli się skupić, z 5G w drodze, obiecującymi prędkościami ponad 100 Mb / s; wraz z pojawieniem się Internetu Rzeczy; z zainteresowaniem FWA ożywionym przez inteligentne systemy antenowe 5G; oraz obiecujące partnerstwa w rozwoju motoryzacji. Co więcej, ich zespoły ds. strategii były zajęte dyskusjami o fuzji (które często kończyły się niepowodzeniem lub były blokowane przez organy regulacyjne), aukcjami widma, regulacjami dotyczącymi roamingu i nie tylko. W końcu byli wielkimi graczami w tej przestrzeni; czego mieli się obawiać przed nowymi modelami łączności? Wczesne testy 5G, wykorzystujące tylko kilka urządzeń, były ogólnie zachęcające, pomagając przekonać wszystkich, że wizja 5G pozostała nienaruszona.

2019

W 2019 r. kontynuowano bardziej stopniowe zmiany. Pod pewnymi względami ta stopniowa zmiana była bardziej niebezpieczna niż nagła zmiana – wystąpił syndrom „wrzącej żaby”, w którym każde małe ogłoszenie wydawało się mieć niewielkie znaczenie i niewielu cofnęło się, by spojrzeć na wpływ wszystkie różne działania. Wi-Fi nadal zyskiwało na popularności, przy czym niektóre rządy sponsorowały bezpłatne wdrożenia w całym mieście, a inne rządy wdrażały Wi-Fi we wszystkich szpitalach, muzeach, szkołach, uniwersytetach i budynkach rządowych, udostępniając je bezpłatnie za pomocą tylko jednego logowania potrzebnego we wszystkich domenach przy pierwszym użyciu. Wi-Fi w pociągach było również szerzej stosowane, a niektóre rządy uzależniały franczyzy dla obsługi pociągów od wdrożenia Wi-Fi – aczkolwiek przy wariacie o niskiej szybkości transmisji danych. Wi-Fi pojawiło się w samolotach i w metrze. Dopiero podczas podróży samochodem generalnie nie było dostępnego Wi-Fi – a użytkownicy często mieli do czynienia z osobistymi rozwiązaniami hot-spotów. Chociaż Google zdecydował się nie wdrażać Project Fi poza Stanami Zjednoczonymi, pojawili się inni MVNO zorientowani na Wi-Fi. W 2019 r. mieli trudności z uzyskaniem dostępu do wszystkich potrzebnych funkcji Androida i zgromadzeniem bazy danych hot spotów Wi-Fi, w wyniku czego sukces był nieco niejednorodny. W niektórych przypadkach były one wspierane przez rząd jako sposób na dalsze umożliwienie dostępu do rządowych routerów Wi-Fi i wprowadzenie dodatkowej konkurencji. W związku ze zwiększoną dostępnością Wi-Fi, korzystanie z głosu przez Wi-Fi za pośrednictwem WhatsApp i podobnych aplikacji szybko rosło. W pewnym stopniu pomogli w tym operatorzy sieci komórkowych, którzy mieli trudności z wdrożeniem VoLTE i byli zadowoleni, że część ruchu głosowego została odciążona. W tym roku opublikowano również szereg badań satysfakcji użytkowników, które wykazały wzrost zrozumienia, że ważniejsza jest stała łączność, a nie szybkość. Użytkownicy bardzo chcieli być połączeni z dowolnego miejsca i czasami znajdowali się w problematycznych sytuacjach, na przykład podczas korzystania z nawigacji telefonicznej i wychodzenia poza zasięg. I odwrotnie, duża prędkość w telefonii komórkowej była postrzegana jako niepotrzebna i rzeczywiście, po różnych przypadkach zapalających się baterii do telefonów, producenci również wycofywali się z bardzo szybkich procesorów o wysokim zużyciu energii. Mimo to urzędnicy rządowi nadal domagali się, aby ich kraj znalazł się na dobrej pozycji w ligowych rankingach szybkości łącza szerokopasmowego, a operatorzy sieci komórkowych nadal oferowali szybkości transmisji danych przekraczające 100 Mb/s, które mogli zaoferować. Społeczność komórkowa była w złym stanie zdrowia. Operatorzy sieci komórkowych cierpiący na spadającą rentowność poszukiwali różnych podstaw do fuzji, ale organy regulacyjne nadal blokowały te wysiłki, przekonane, że wieloosobowy rynek MNO jest główną drogą do innowacji mobilnych. Ucierpiała również baza dostawców – zarówno Ericsson, jak i Nokia ogłosiły straty i znaczące zwolnienia, a nawet Huawei doświadczył spadku sprzedaży infrastruktury sieci komórkowej. Wiadomości z prób 5G stały się mniej pozytywne, ponieważ bardziej rozpowszechnione wdrożenia spowodowały przypadki zakłóceń. Doprowadziło to do rosnącego uświadomienia sobie złożoności wdrażania i zanikania w świecie rzeczywistym zainteresowanie serwisem ze strony branż. Opublikowane w połowie roku prognozy Cisco dotyczące rynku VNI były pierwszymi, które przewidywały, że wzrost danych w sieci komórkowej będzie minimalny w nadchodzących latach. Było to oparte na obserwacji, że na wielu rynkach ilość danych przestała rosnąć z powodów, które obejmowały próby podniesienia cen przez operatorów sieci komórkowych, zwiększone obciążenie sieci Wi-Fi oraz stopień nasycenia użytkowników telefonu komórkowego. Przewidywano jednak, że wzrost danych w sieci Wi-Fi będzie wynosił od 30 do 40 procent rocznie. W świecie IoT społeczność komórkowa nie zyskała dużej popularności. NB-IoT i LTE-M pojawiały się wolniej niż oczekiwano, a nielicencjonowane technologie ostatecznie połączyły się w grupę standardów, aby przedstawić zunifikowany front ze wspólnym, pojedynczym chipsetem, który został przyjęty przez wielu producentów urządzeń.

## 2020

Z perspektywy czasu było jasne, że rok 2020 był kluczowym rokiem, w którym społeczność komórkowa zdała sobie sprawę, że jej wizja przyszłości jest poważnie zagrożona, a kluczowi gracze wyłamali się z szeregu. W wielu krajach operatorzy sieci komórkowych, którzy mieli znaczną obecność Wi-Fi w Wielkiej Brytanii (takie jak BT, która była właścicielem EE) oferowali pierwszy pakiet Wi-Fi, w którym ich urządzenia działały bezproblemowo w sieciach Wi-Fi i komórkowych, przesyłając dane wszędzie tam, gdzie to możliwe przez Wi-Fi -Fi. Robiąc to, takie firmy mogły oferować tańsze nielimitowane pakiety danych w czasie, gdy inni operatorzy sieci komórkowych podnosili ceny swoich pakietów premium. Wizja 5G stawała się coraz bardziej zagmatwana, ponieważ różne kraje i operatorzy wdrażali własny wariant półzastrzeżonego rozwiązania dla usług takich jak FWA. Tymczasem regulatorom nie udało się uzgodnić spójnych pasm częstotliwości. Wielu twierdziło, że ich rozwiązania 4G to w rzeczywistości 5G, podczas gdy wizja usług mmWave i rozwiązań o niskim opóźnieniu została po cichu pozbawiona priorytetów. Tam, gdzie superszybkie usługi mobilne były oferowane po podwyższonych kosztach, popyt był minimalny, co skłoniło operatorów sieci komórkowych do oferowania ich bez dodatkowych opłat. Większość subskrybentów nie była zainteresowana, ponieważ nie widziała żadnych korzyści z poprzednich aktualizacji prędkości. Oprócz operatorów MNO na rynek weszli teraz inni, aby zapewnić rozwiązania łączności na wielu platformach i operatorach. Amazon wprowadził swoją ofertę na całym świecie, podobnie jak Facebook i WhatsApp. Ponieważ Wi-Fi staje się coraz bardziej wszechobecne, organy regulacyjne doprecyzowały i zmieniły nieprzydatne przepisy wymagające logowania się przez Wi-Fi od dostawców biznesowych. Oznaczało to, że automatyczne logowanie było teraz powszechne – czasy proszenia o hasło do Wi-Fi lub wyrażania zgody na warunki dostępu minęły. Niektóre organy regulacyjne zaczęły również monitorować przeciążenie widma Wi-Fi i zobowiązały się do podjęcia działań w przypadku przeciążenia częstotliwości Wi-Fi – skutecznie nadając Wi-Fi status quasi-licencjonowany. W praktyce, dzięki coraz lepszym rozwiązaniom do zarządzania częstotliwościami, zagęszczenie sieci Wi-Fi pozostało minimalne na wszystkich, z wyjątkiem kilku głównych dworców kolejowych i stadionów. Wśród operatorów sieci ruchomych narastało oburzenie, że organy regulacyjne mocno ich ograniczają, ale nie mają równoważnych regulacji dla dostawców łączności, co doprowadziło do sytuacji, w której operatorzy sieci ruchomej nie byli w stanie skutecznie reagować. Prywatnie regulatorzy to przyznali, ale tempo zmian regulacyjnych było powolne i niewielu było skłonnych przyznać, że ich koncentracja na konkurencji już nie działa.

## 2021

W pierwszym kwartale 2021 r. więcej abonentów zapisało się do dostawców platform łączności niż po raz pierwszy do operatorów sieci komórkowych. Wraz ze spadkiem liczby abonentów kilku głównych operatorów sieci ruchomej zaczęło wycofywać się z rynku, sprzedając je swoim konkurentom, a organy regulacyjne w końcu dopuściły do tego, gdy zdali sobie sprawę, że nie ma innej opcji. Inni operatorzy sieci ruchomej zaczęli przestawiać się na model wyłącznie hurtowy, zamykając sklepy i ograniczając obsługę klientów. Wycofali się również z rynku IoT, niezdolni do opłacalnej obsługi większości klientów, niechętni do podejmowania długoterminowych zobowiązań dotyczących usług w bardzo niepewnych czasach i podcinani przez nielicencjonowanych dostawców korzystających z prostszych technologii. Niewielkie było zainteresowanie szeroko zakrojonymi aukcjami 5G dla widma mmWave w pasmach 24 GHz i 28 GHz, a w wielu krajach osiągnięto jedynie ceny minimalne. Wszystkie prace nad systemami mmWave zostały po cichu odłożone na półkę, nawet w środowisku akademickim. Powszechny dostęp osób i gospodarstw domowych, które współdzieliły swoją sieć Wi-Fi przy użyciu drugiej tożsamości chronionej przez zaporę sieciową, stał się normą. Nowe wytyczne regulacyjne Komisji Europejskiej i FCC dostrzegły zmieniony świat i zasugerowały, że organy regulacyjne skupiają się na dostawcach platform łączności, a nie operatorach sieci ruchomej w obszarach takich jak widmo, konkurencja,

ochrona konsumentów i inne. Rostły obawy, że dostawcy łączności byli w stanie negocjować bardzo korzystne umowy z hurtowymi operatorami sieci ruchomej, pozostawiając operatorom sieci ruchomej niewielkie dochody na inwestycje w rozbudowę sieci.

## **2022**

Do 2022 r. przemysł komórkowy był w dużej mierze podstawową rurą bitową - dnem łańcucha wartości. Marki MNO zaczęły znikać z głównych ulic i nie wykupywały już reklam. Niewielu oferowało już bezpośrednie umowy abonenckie. Większość krajów skonsolidowała się do dwóch operatorów sieci ruchomej, często z pewnym podziałem aktywów między nimi. Zamiast tego konsumenci zwracali się do Google, Apple, Amazon i innych w sprawie umów dotyczących łączności. Firmy te zapewniły łączność po niższych kosztach z nieograniczoną transmisją danych, bezpłatnym roamingiem i lepszym zasięgiem. Istotne zmiany nastąpiły w działalności badawczej i regulacyjnej. Teraz skoncentrował się na Wi-Fi i sposobach zapewnienia płynnych połączeń z siecią komórkową, w której Wi-Fi nie było dostępne. Organy takie jak 3GPP i GSMA zmieniły kierunek, a nawet Mobile World Congress przemianowano na Global Connectivity Congress. To właśnie tutaj główne przemówienia wygłoszone przez dyrektorów generalnych operatorów sieci komórkowych i producentów sprzętu zastanawiały, jak to wszystko mogło być tak różne.

## **Wnioski**

W tej Części omówiono, w jaki sposób prędkość połączenia danych staje się teraz mniej ważna niż spójność — możliwość połączenia z rozsądną prędkością wszędzie. Zamiast dążyć do coraz szybszych połączeń, sugeruje, że zapewnienie zwiększonego zasięgu w wielu znanych problematycznych lokalizacjach, takich jak pociągi i obszary wiejskie, przyniosłoby większą wartość dla gospodarki i byłoby preferowane przez większość konsumentów. W większości tych lokalizacji Wi-Fi jest lepszym rozwiązaniem niż telefonia komórkowa, z wyjątkiem zasięgu na terenach wiejskich. Odzwierciedla to trwający od lat trend w kierunku coraz większego wykorzystania i polegania na Wi-Fi do tego stopnia, że jest to obecnie preferowana metoda komunikacji. Opracowywanie polityki na rzecz świata „najpierw Wi-Fi” staje się coraz ważniejsze dla rządów i organów regulacyjnych. W rozdziale omówiono również, w jaki sposób społeczność IoT jest na dobrej drodze do zapewnienia wymaganej łączności i że potrzebna jest niewielka interwencja - chociaż niektóre ukierunkowane zamówienia mogą przyspieszyć działanie. Wynik końcowy - wszędzie łączność — byłby celem, do którego warto dążyć. Świetna infrastruktura drogowa to już nie ta z nieograniczoną prędkością maksymalną, ale taka z minimalnym zatłoczeniem i doskonałym bezpieczeństwem. Świetny system komunikacyjny to taki, który jest dostępny wszędzie, przez cały czas, z minimalnym zatłoczeniem i niskim kosztem. Gdyby można było skierować uwagę na 5G w tym kierunku, warto byłoby mieć nową generację.