



Cytowanie:

Święcicki, I. (2021), *Nierównomierna jakość dostępu do internetu w Polsce w dobie pandemii COVID-19*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

Warszawa, listopad 2021 r.

Autor: Ignacy Święcicki

Redakcja merytoryczna: Andrzej Kubisiak

Redakcja: Jakub Nowak, Małgorzata Wieteska

Projekt graficzny: Anna Olczak

Współpraca graficzna: Tomasz Gałązka, Sebastian Grzybowski

Skład i łamanie: Sławomir Jarząbek

Polski Instytut Ekonomiczny

Al. Jerozolimskie 87

02-001 Warszawa

© Copyright by Polski Instytut Ekonomiczny

ISBN 978-83-66698-51-2

# Spis treści

Kluczowe liczby.....	4
Kluczowe wnioski .....	5
Słowniczek pojęć używanych w raporcie.....	6
Wprowadzenie .....	8
Polski rynek telekomunikacyjny – najważniejsze elementy z punktu widzenia raportu .....	10
Jakość i dostępność usług telekomunikacyjnych w Polsce .....	13
Jakość internetu w Polsce według GUS i UKE .....	13
Metodyka badania .....	15
Analiza realnych prędkości łączy internetowych w Polsce .....	16
Parametry sieci w czasie pandemii .....	18
Zmiany jakości internetu w czasie .....	22
Sieci mobilne i jakość sygnału .....	24
Poprawa jakości dostępu do internetu w Polsce – rekomendowane narzędzia regulacyjne .....	29
Obowiązki pokryciowe i inwestycyjne w Polsce .....	29
Obowiązki pokryciowe i inwestycyjne w wybranych krajach.....	30
Podsumowanie .....	32
Bibliografia .....	34

## Kluczowe liczby

---

15,3 mln osób

---

czyli 40 proc. populacji – zamieszkuje powiaty, w których w czasie pandemii prędkość pobierania danych była niewystarczająca

---

w 201 powiatach

---

wystąpiła przynajmniej jedna forma zagrożenia wykluczeniem cyfrowym ze względu na niedostateczną prędkość łączności z internetem; to 53 proc. wszystkich powiatów

---

62 Mbps

---

średnia prędkość pobierania danych (*download*) w Polsce w sieciach wi-fi pod koniec 2020 r.

---

26,2 Mbps

---

średnia prędkość wysyłania danych (*upload*) w Polsce w sieciach wi-fi pod koniec 2020 r.

---

114 Mbps

---

najwyższa średnia prędkość pobierania danych, zanotowana pod koniec 2020 r. na łączach stacjonarnych w Poznaniu

---

9 Mbps

---

najniższa średnia prędkość pobierania danych, zanotowana pod koniec 2020 r. na łączach stacjonarnych w powiecie lipskim

---

30,5 Mbps

---

najwyższa prędkość na łączach bezprzewodowych, zanotowana w Olsztynie

---

11 powiatów

---

województwa świętokrzyskiego jest zagrożonych wykluczeniem cyfrowym (z 14 w całym województwie)

---

w 241 powiatach

---

w czasie pandemii spadła prędkość pobierania na łączach bezprzewodowych (63 proc. wszystkich)

# Kluczowe wnioski

- **Pandemia COVID-19 na nowo uwypukliła problem wykluczenia cyfrowego w Polsce, w tym wynikający z niskiej jakości dostępu do internetu.** Aby w przyszłości niwelować problemy tego typu należy w większym stopniu wykorzystywać dane o faktycznej prędkości połączenia dostępnego dla abonentów, a nie tylko samej obecności sygnału. W tym celu, oprócz danych z testów, można rozważyć np. większy udział *drive*-testów (testów jakości wykonywanych z pojazdów wyposażonych w odpowiedni sprzęt) czy analiz jakości sygnału na podstawie parametrów stacji bazowych. Należy też zauważyć, że tak rozumiane pełne pokrycie kraju łącznością wysokiej jakości (dostępną stacjonarnie oraz mobilną) nie jest uwzględnione w polskich dokumentach strategicznych.
- **Rozwój sieci 5G daje szansę na realizację jednego z celów rozwojowych Polski, jakim jest pokrycie wysokiej jakości dostępem do internetu obszaru całego kraju.** Dwa procesy dają możliwość przełomu w tym zakresie – aukcja częstotliwości z pasma C planowana na początek 2022 r. oraz rozdysponowanie pasma 700 MHz, również możliwe do przeprowadzenia w 2022 r. W pierwszym przypadku kluczowe będzie odpowiednie skonstruowanie obowiązków pokryciowych. W drugim – przede wszystkim wybór odpowiedniego modelu podziału dostępnych częstotliwości.
- **W czasie pandemii, gdy dostęp do sieci warunkował uczestniczenie w nauce szkolnej i pracę, w 184 powiatach (niemal połowa wszystkich) większość wykonywanych testów przepustowości łącza wskazywała na niedostateczną prędkość pobierania danych.** Zamieszkuje je 15,3 mln osób (40,3 proc. mieszkańców kraju). Najgorzej pod tym względem było w województwach mazowieckim i świętokrzyskim. Do końca 2020 r. sytuacja uległa znaczącej poprawie.
- Łącza stacjonarne, szczególnie światłowodowe lub kablowe, oferują wyższą jakość niż łącza mobilne (tzw. *fixed wireless*). Tymczasem **w 132 powiatach ma miejsce substytucja dostępu stacjonarnego dostępem mobilnym – odsetek testów wykonywanych przez użytkowników korzystających z dostępu oferowanego przez operatorów sieci komórkowych jest wyraźnie większy.** Internauci z powiatów, w których w największym stopniu korzystano z łącza mobilnych, byli najbardziej narażeni na utrudnienia w czasie pandemii.
- Zarówno powiaty, w których dostępne prędkości transferu danych są bardzo niskie, jak i te, w których już obecnie łącza kablowe są substytuowane łączami mobilnymi, są potencjalnie obszarami, w których sieci 5G mogą rozwiązać problemy z dostępem do internetu.
- **Aby zapewnić pokrycie obszarów zagrożonych wykluczeniem dostępem do internetu odpowiedniej jakości (np. 5G) należy wykorzystać narzędzia regulacyjne, np. obowiązki pokryciowe lub inwestycyjne.** Takie podejście jest też wykorzystywane w innych krajach unijnych i pozaunijnych, a w Polsce było wykorzystane w 2015 r. przy okazji aukcji częstotliwości z pasma 800 MHz. Takie obowiązki mogą łączyć się z zachętami do współpracy między operatorami, zachętami finansowymi, nie muszą też być ograniczone jedynie do pasma, do którego rozdysponowane są uprawnienia. Bardzo istotna jest przy tym weryfikacja przez regulatora realizacji obowiązków nałożonych na operatorów, czego w Polsce dotychczas nie przeprowadzono.

# Słowniczek pojęć używanych w raporcie

- FDD** – *frequency division duplex* – jeden ze sposobów dostępu do sieci radiowej, w którym sygnał płynący od użytkownika jest w innym zakresie częstotliwości niż sygnał płynący do użytkownika. Przykładowo w paśmie 700 MHz sygnał nadawany przez telefon komórkowy jest wysyłany do stacji bazowej w zakresie 703-733 MHz, a sygnał ze stacji bazowej do telefonu – w zakresie 758-788 MHz.
- Fixed wireless** – stałe łącze radiowe – zapewnienie połączenia między urządzeniem użytkownika a siecią przy wykorzystaniu technologii bezprzewodowej. W odróżnieniu od sieci komórkowych urządzenie, które odbiera sygnał, umieszczone jest w stałym miejscu.
- Jitter** – zmienność opóźnienia w czasie – parametr łączy sieciowych będący przybliżeniem stabilności łącza; duży jitter może prowadzić do zrywania i zawieszania się połączenia (ze względu na zmieniające się opóźnienia w odbieraniu sygnału).
- Operator infrastrukturalny** – operator posiadający własną infrastrukturę sieciową, czyli stacje bazowe, maszty i nadajniki.
- Operator wirtualny** – operator nieposiadający własnej infrastruktury, kupujący usługę transmisji sygnału od operatorów infrastrukturalnych.
- Opóźnienie** – czas między wysłaniem sygnału z danego urządzenia a otrzymaniem przez nie odpowiedzi. W pewnym uproszczeniu w przypadku połączenia internetowego jest to czas od wysłania zapytania o zawartość strony internetowej do wyświetlenia jej na ekranie. Opóźnienie jest szczególnie istotne w zastosowaniach wymagających reakcji w czasie rzeczywistym.
- Pasmo niesparowane** – pasmo przeznaczone do zastosowań wykorzystujących technologię TDD (np. pasmo C).
- Pasmo sparowane** – pasmo przeznaczone do zastosowań wykorzystujących technologię FDD (np. pasmo 700 MHz). Mówiąc o zasobach częstotliwości w pasmach sparowanych podaje się wielkość połowy bloku (np. 2x5 MHz, a nie 10 MHz).
- Przepływność** – chwilowe natężenie strumienia danych (mierzone w jednostce danych w czasie, np. Mbps); często mylona z przepustowością.
- Przepustowość** – parametr łącza sieciowego określający maksymalną możliwość transmisyjną danego kanału komunikacyjnego, mierzony w jednostce danych w czasie (np. Mbps).
- Refarming** – zmiana przeznaczenia (fragmentu) pasma radiowego. Przykładowo pasmo 700 MHz było wykorzystywane na potrzeby nadawania naziemnej telewizji cyfrowej, ale telewizja musiała je zwolnić, na rzecz usług szerokopasmowej łączności bezprzewodowej.
- Stacja bazowa** – fragment sieci telekomunikacyjnej zapewniający bezprzewodową łączność między urządzeniem użytkownika (np. telefonem) a siecią (telefoniczną lub internetem). Z reguły najbardziej dostrzegalną częścią stacji bazowej jest maszt lub wieża z antenami.
- TDD** – *time division duplex* – jeden ze sposobów dostępu do sieci radiowej, w którym sygnał płynący od użytkownika i sygnał płynący do użytkownika wykorzystują te same częstotliwości, ale są rozdzielane w czasie. Przykładem są usługi LTE lub 5G w paśmie 2600 MHz lub paśmie C.

**Pasmo 700 MHz** – zakres 694-790 MHz. W tym paśmie dostępnych jest 2x30 MHz widma radiowego na potrzeby bezprzewodowych usług szerokopasmowych (703-733 MHz i 758-788 MHz) oraz oddzielne zasoby na potrzeby usług łączności PPDR.

**Pasmo C** – zakres 3400-3800 MHz. Ze względu na właściwości fizyczne oraz dostępne nawet 400 MHz pasma w tym paśmie będą oferowane usługi 5G, np. w miastach czy wzdłuż szlaków komunikacyjnych, ale też na terenie zakładów przemysłowych.

**Pasmo 26 GHz** – zakres 24,25-27,5 GHz. W tym paśmie do wykorzystania jest nawet 3,25 GHz ciągłego zakresu widma radiowego, co oznacza możliwość osiągnięcia bardzo dobrych parametrów transmisji, jednak przy bardzo ograniczonym zasięgu.

**Warstwowanie sieci (*network slicing*)** – rozwiązanie pozwalające na uruchamianie różnorodnych usług wykorzystujących tę samą sieć, bez konieczności jej fizycznej modyfikacji. Usługi te mogą mieć różne parametry i różną jakość. Jest to jeden z rodzajów wirtualizacji sieci, nowe rozwiązanie w sieciach 5G.

# Wprowadzenie

**W** 5G jedni upatrują rewolucji i szansy na przetęto społeczno-gospodarczy, inni – możliwości zasypania cyfrowych podziałów i zniwelowania nierówności, jeszcze inni – impulsu do budowy krajowych przewag gospodarczych. 5G jest także mocno osadzone w regulacjach prawnych, szczególnie na poziomie Unii Europejskiej. Już w 2016 r. Komisja Europejska wskazała na strategiczny cel, jakim jest „niezakłócony dostęp do sieci 5G na wszystkich obszarach miejskich i na wszystkich głównych szlakach komunikacyjnych” (Komunikat..., 2016a), który powinien być zrealizowany do 2025 r. W tym samym roku opublikowano Komunikat *Sieć 5G dla Europy: plan działania* (Komunikat..., 2016b), wskazujący na szereg konkretnych działań oraz – co istotne z punktu widzenia niniejszego raportu – na konkretne pasma częstotliwości radiowych, które w Unii Europejskiej powinny być przeznaczone na usługi 5G. Precyzyjne określenie terminów, w których państwa członkowskie są zobowiązane do udostępnienia odpowiednich pasm częstotliwości, miało miejsce w latach 2017 i 2018 (Decyzja..., 2017; Dyrektywa..., 2018). Pasma 700 MHz powinno zostać rozdysponowane na potrzeby bezprzewodowej transmisji danych do 30 czerwca 2020 r., a zakres 3,4-3,8 GHz oraz częstotliwości z zakresu pasma 26 GHz – do 31 grudnia 2020 r. (por. ramka 1). W każdym z tych przypadków przewidziano wyjątki, w szczególności ze względu na możliwe zakłócenia sygnału z krajów spoza UE, w związku z którymi nie udało się uzgodnić wykorzystania częstotliwości. W przypadku pasma 700 MHz Polska skorzystała z tych wyjątków. Cele w zakresie łączności 5G są omówione w komunikacie „Cyfrowa dekada”, w którym Komisja Europejska wskazuje, że w 2030 r. wszystkie zamieszkałe obszary

powinny być w zasięgu takiej sieci (Komunikat..., 2021).

Unijne cele w zakresie sieci szerokopasmowych i sieci 5G zostały również wpisane w polskie dokumenty strategiczne, w szczególności w Narodowy Plan Szerokopasmowy (NPS) (Rada Ministrów, 2020). Technologia 5G pojawia się w NPS zarówno jako umożliwiająca realizację celu pokrycia całego kraju dostępem stacjonarnym o przepustowości co najmniej 100 Mbps (w ramach tzw. *fixed wireless*), jak też odrębnie, w części, w której cele są analogiczne do wskazanych powyżej celów wyznaczanych przez Komisję Europejską. W NPS ani w innych dokumentach strategicznych nie wspomina się natomiast o pokryciu całego kraju wysokiej jakości dostępem do sieci ruchomej (mobilnej) – zakładając niejako w domyśle, że z tego zadania wywiążą się operatorzy komercyjni.

W niniejszym raporcie omawiamy faktyczną jakość dostępu do internetu w Polsce. Po raz pierwszy w takim zakresie przeanalizowano dane na poziomie poszczególnych powiatów, co umożliwiło wskazanie regionów szczególnie zagrożonych wykluczeniem cyfrowym spowodowanym niedostateczną jakością sieci.

Zaprezentowane dane pochodzą z testów przeprowadzanych przez użytkowników, jest to zatem obraz aktualnych parametrów, nie wartości maksymalnych czy teoretycznych, deklarowanych przez operatorów. Testy te były wykonywane za pomocą narzędzia dostępnego na stronie <https://www.speedtest.pl> bądź w aplikacji mobilnej dostarczanej przez tego samego dostawcę (firmę V-Speed). Dotyczą połączeń w domowych sieciach wi-fi oraz sieciach mobilnych.

W dalszej części opracowania podejmujemy próbę uzasadnienia, że w Polsce systematycznie poprawia się jakość dostępu do internetu – coraz większa część kraju ma dostęp do łączności



światłowodowych, podnosi się jakość internetu mobilnego (LTE, a od niedawna 5G). Mimo tego przedstawione w raporcie dane o realnej prędkości transferu danych wskazują, że w wielu powiatach faktyczne prędkości są poniżej progów umożliwiających zdalną naukę lub pracę.

Zbliżające się procedury rozdysponowania częstotliwości dla sieci 5G dają szansę na uzupełnienie tych luk w pokryciu. Przede wszystkim będzie można to zrealizować wykorzystując

mechanizm obowiązków pokryciowych, to znaczy wskazania dotyczące konkretnych obszarów kraju, które powinny uzyskać wysokiej jakości dostęp do internetu, świadczony przez operatorów zainteresowanych zakupem uprawnień do częstotliwości. Jednocześnie w Polsce trwa dyskusja na temat rozdysponowania pasma 700 MHz, dającego teoretycznie największe szanse na dostarczenie łączności wszędzie tam, gdzie obecnie jest ona zbyt słabej jakości.

#### ▼ Ramka 1. 5G a wybrane zakresy częstotliwości

Dokumenty unijne wskazują na trzy zakresy częstotliwości dla sieci 5G, z racji ich odmiennych właściwości fizycznych, a zatem na różnych rodzajów usług, jakie mogą być przy ich wykorzystaniu oferowane. Podawane w dyskusji publicznej parametry sieci 5G – bardzo duże przepustowości (duża szybkość transmisji), niskie opóźnienia oraz możliwość jednoczesnego podłączenia bardzo dużej liczby urządzeń – zależą od wykorzystanego pasma częstotliwości:

**Pasmo 700 MHz** jest typowym pasmem „pokryciowym”, tj. zapewniającym duży zasięg każdego nadajnika, kosztem prędkości przesyłu danych. Z tego względu pasmo to było wykorzystywane przez naziemną telewizję cyfrową. 5G oferowane przy wykorzystaniu tego pasma może służyć np. usługom internetu rzeczy – monitorowaniu czujników na rozległym obszarze, np. w rolnictwie, a także zapewnia ciągłość pokrycia technologią 5G. Obejmuje zakres 694-790 MHz. W tym paśmie jest dostępnych 2x30 MHz widma radiowego na potrzeby bezprzewodowych usług szerokopasmowych (703-733 MHz i 758-788 MHz).

**Pasmo C** (zakres 3400-3800 MHz) jest pasmem, w którym można zapewnić łączność na mniejszym obszarze, ale za to uzyskane parametry (np. prędkość transmisji) będą wielokrotnie lepsze niż dla sieci 4G. To pasmo może być następcą obecnych usług LTE w miastach czy wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Dostępnych jest nawet 400 MHz ciągłego pasma.

**Pasmo 26 GHz** to niewielkie zasięgi sygnału (rzędu kilkuset metrów od nadajnika, w zależności od ukształtowania terenu i przeszkód), natomiast jego wykorzystanie daje największe możliwości w zakresie szybkości transferu oraz niewielkie opóźnienia. Przykłady wykorzystania to zapewnienie łączności w miejscach dużych skupisk ludzi (stadiony, lotniska) czy zakłady przemysłowe (łączność między urządzeniami). W tym paśmie do wykorzystania jest nawet 3,25 GHz ciągłego zakresu widma (24,25-27,5 GHz).

**Łączny zasób widma radiowego ma znaczenie dla prędkości transmisji – im większe bloki w ramach danego pasma, tym wyższe możliwe do uzyskania przepływności.**

Trzy wyżej wskazane pasma określa się mianem „pasm pionierskich” dla 5G. Są one zharmonizowane na poziomie Unii Europejskiej, co oznacza, że wszystkie kraje unijne mają obowiązek wykorzystania ich w ten sam sposób oraz udostępnienia ich w tym samym terminie.

Obecnie w Unii Europejskiej usługi 5G dostępne są w 25 krajach (poza Litwą i Portugalią), w tym w Polsce. Na koniec października w 16 krajach rozdysponowane były częstotliwości z pasma 700 MHz, w 18 z pasma C, a w czterech możliwe było korzystanie z pasma 26 GHz. Pod koniec października 22 kraje przeprowadziły przynajmniej jedno postępowanie na częstotliwości dla technologii 5G (European Commission, 2021; www1). Na Litwie i w Rumunii zostało ogłoszone w październiku. Trzy pozostałe, w których aukcje są dopiero planowane, to Belgia, Estonia i Polska. Należy jednak podkreślić, że

usługi oferowane w Polsce wykorzystują pasma inne niż wskazane jako „pionierskie”, a w dodatku mają do dyspozycji stosunkowo niewielkie zasoby częstotliwości. Prędkość transmisji danych zależy przy tym nie tylko od wybranej technologii, ale też są one proporcjonalne do wielkości bloku przeznaczanego na usługę – tj. im więcej częstotliwości jest wykorzystywanych, tym szybsza łączność. Zasoby obecnie przeznaczone na 5G w Polsce są znacznie mniejsze niż dostępne w pasmach pionierskich (10-40 MHz w porównaniu z 320-400 MHz w paśmie C), co skutkuje słabszymi parametrami sieci.

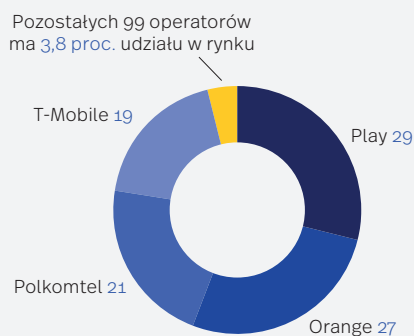
## Polski rynek telekomunikacyjny – najważniejsze elementy z punktu widzenia raportu

**Struktura polskiego rynku telefonii komórkowej** (czterech dużych operatorów podzieliło się właściwie całym rynkiem) wyróżnia

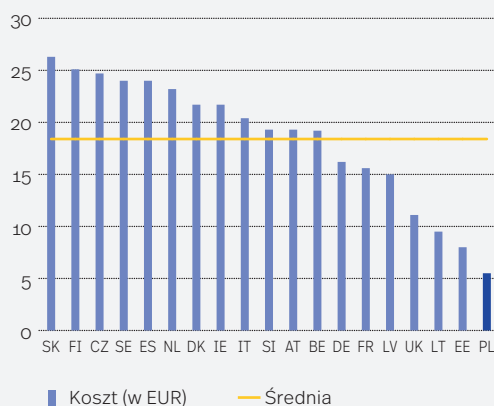
Polskę na tle analogicznych rynków w innych krajach.

### ▼ Infografika 1. Rynek telefonii komórkowej w Polsce

Udziały w rynku telefonii mobilnej pod względem liczby użytkowników (2020 r.)



Średni miesięczny koszt korzystania z usług w sieci komórkowej w EUR (przy średnim wykorzystaniu usług)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE.

Deklarowany przez operatorów zasięg sieci w technologii LTE to ok. 97 proc. budynków w Polsce (UKE, 2021). Cały czas poprawia się też jakość sieci, prędkość pobierania danych rośnie nawet o 30-40 proc. rocznie (www2). Należy przy tym zauważyć, że czterej najwięksi operatorzy w Polsce dysponują własną infrastrukturą, przez co znaczna część kraju jest pokryta trzema sieciami komórkowymi (w wyniku współpracy infrastrukturalnej dwóch operatorów korzysta z jednej sieci). W większości krajów UE jest trzech operatorów o znaczącym udziale w rynku, w niektórych bardziej istotną rolę odgrywają operatorzy wirtualni (nieposiadający własnej infrastruktury).

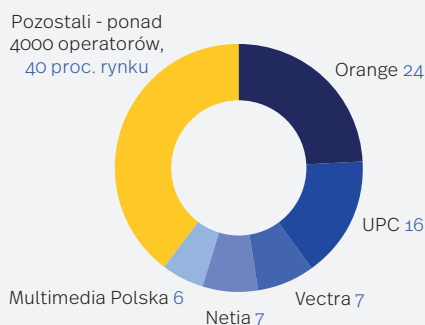
Jak wspominaliśmy wcześniej, operatorzy w Polsce uruchomili usługi reklamowane jako 5G. Trzej (Orange, Play, T-Mobile) wykorzystują pasmo 2100 MHz, a Plus pasmo 2600 MHz. Dzięki zastosowaniu różnych technologii i innej aranżacji pasm, efektywne parametry istotnie

różnią się między operatorami (www3). Uruchomienie usługi 5G przy wykorzystaniu zasobów przeznaczonych lub współdzielonych z sieciami 4G powoduje też, że pełne możliwości nowych sieci nie są jeszcze osiągalne. Zdecydowanie wyższa jakość będzie dostępna dla użytkowników dopiero po rozdysponowaniu pasm częstotliwości przeznaczonych specjalnie dla 5G. Prędkość pobierania danych w przypadku trzech operatorów nie przekracza 100 Mbps (choć należy przyznać, że oferowane prędkości są dwu-, a nawet czterokrotnie wyższe niż średnie prędkości w sieciach 4G tych samych operatorów) (www3).

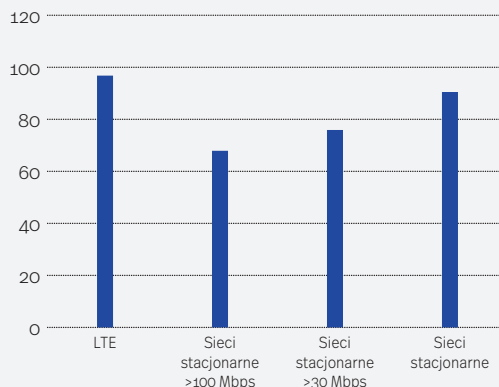
**Rynek stacjonarnego dostępu do internetu** ma w Polsce zupełnie inną charakterystykę niż sieci mobilnych. Jest znacznie mniej skoncentrowany. W Polsce działa wielu aktywnych przedsiębiorców telekomunikacyjnych<sup>1</sup> – ponad 4000 – obsługujących 8,2 mln abonentów.

## ▾ Infografika 2. Rynek stacjonarnego internetu szerokopasmowego w Polsce

Udziały w rynku internetu stacjonarnego pod względem liczby użytkowników (2020 r.)



Odsetek gospodarstw domowych objętych zasięgiem poszczególnych rodzajów sieci (dane operatorów za 2020 r.)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE.

<sup>1</sup> Wypełniających obowiązki raportowania infrastruktury telekomunikacyjnej do UKE (2021).

Pod względem wykorzystywanych technologii najwięcej podłączeń odbywa się za pomocą modemu kablowego (televizji kablowej), następnie światłowodu, a w trzeciej kolejności łączy kablowych miedzianych (xDSL). Dwie pierwsze technologie dają możliwość bardzo szybkiej transmisji danych, a dodatkowo liczba łączy światłowodowych stale rośnie, dzięki czemu już 58,5 proc. abonentów ma łącze o przepustowości powyżej 100 Mbps (UKE, 2021).

Zmiany na polskim rynku telekomunikacyjnym oraz liczne inwestycje skutkują coraz lepszymi parametrami w zakresie pokrycia – tj. teoretycznej dostępności dostępu wysokiej jakości do internetu. Zgodnie z deklaracjami operatorów niemal wszystkie gospodarstwa w Polsce mają dostęp do szybkich sieci mobilnych (LTE), 90,5 proc. do sieci stacjonarnych, a 67,9 proc. do sieci oferujących przepustowość powyżej 100 Mbps.

# Jakość i dostępność usług telekomunikacyjnych w Polsce

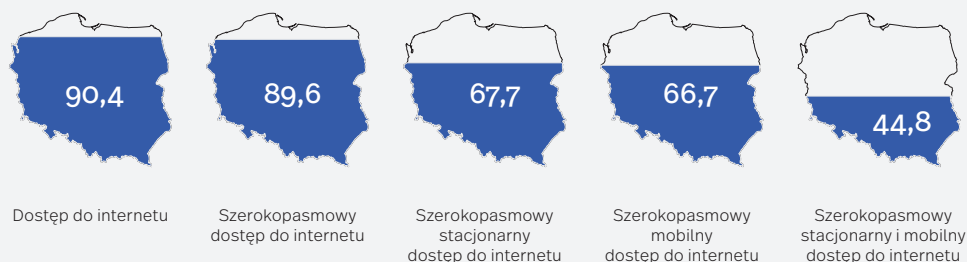
## Jakość internetu w Polsce według GUS i UKE

**Oficjalne dane statystyczne dotyczące jakości dostępu do internetu w Polsce nie obrazują faktycznej jakości usługi, z której korzysta użytkownik końcowy.** Zgromadzone dane pochodzą z kilku źródeł.

Według **Głównego Urzędu Statystycznego** aż 99,1 proc. gospodarstw domowych posiadających w Polsce dostęp do internetu korzystało z łącza szerokopasmowych (89,6 proc.

wszystkich gospodarstw domowych) (GUS, 2021). Definicja łącza szerokopasmowego wykorzystywana przez GUS dotyczy jednak technologii łącza, a nie faktycznie dostępnej prędkości przesyłu danych. W związku z tym dostęp szerokopasmowy może oznaczać zarówno łącze światłowodowe (o prędkości nawet ponad 1 Gbps), jak i mobilny dostęp 3G (faktyczna prędkość rzędu kilku czy kilkunastu Mbps).

### ▼ Infografika 3. Odsetek gospodarstw domowych w zależności od rodzaju dostępu do internetu w Polsce wg danych GUS (2020 r.)



Źródło: obliczenia własne PIE na podstawie danych GUS.

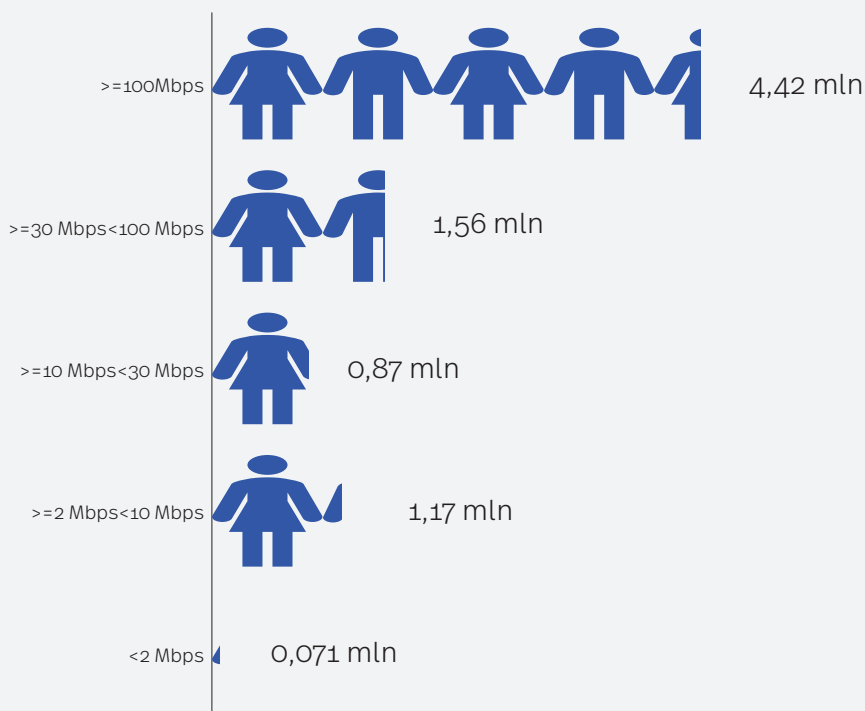
Z kolei **Urząd Komunikacji Elektronicznej** podaje, że na koniec 2020 r. 75,9 proc. lokali mieszkalnych w Polsce miało dostęp do internetu stacjonarnego o przepustowości co najmniej 30 Mbps. Jednocześnie 9,5 proc. gospodarstw domowych nie miało w ogóle dostępu do internetu stacjonarnego – jedyną

możliwością połączenia się z siecią był dla nich internet mobilny. Sama dostępność usługi szerokopasmowej nie oznacza jeszcze, że abonent z niej skorzysta. W Polsce na koniec 2020 r. jedynie 41,9 proc. gospodarstw domowych korzystało z usług dostępu stacjonarnego, pozwalającego osiągnąć większą prędkość

pobierania danych niż 30 Mbps. 15,4 proc. wszystkich usług stacjonarnych charakteryzowało się natomiast bardzo niskimi prędkościami pobierania, poniżej 10 Mbps. Dane

Urzędu Komunikacji Elektronicznej pochodzą z prowadzonej co roku inwentaryzacji infrastruktury telekomunikacyjnej (wszystkie dane za: UKE, 2021).

#### ▼ Infografika 4. Podział łącz szerokopasmowych w Polsce wg danych UKE



Uwaga: jedna postać odpowiada 1 mln użytkowników.

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE.

Zgodnie z danymi UKE 96,8 proc. polskich gospodarstw domowych posiada dostęp do internetu w technologii LTE – w teorii również gwarantującego dobrą jakość połączenia. Jednocześnie w Polsce jest jedynie 15 miejscowości zamieszkałych, w których w ogóle nie ma zasięgu internetu w technologii LTE oraz tylko 9 miejscowości, które są całkowicie pozbawione dostępu do internetu w jakiegokolwiek

technologii (poza dostępem satelitarnym). W teorii więc praktycznie każdy mieszkaniec Polski powinien mieć dostęp do sieci o odpowiednio wysokiej jakości, bądź to dzięki łączom stacjonarnym bądź mobilnemu LTE.

**Żadne z powyższych źródeł nie zawiera jednak realnych danych o faktycznej prędkości transmisji danych, z jakiej korzystają abonenci.** Rozbieżności między deklaracjami

operatorów, a faktycznymi parametrami osiąganymi przez użytkowników są przede wszystkim widoczne w sieciach mobilnych, gdzie ostateczna jakość jest zależna zarówno od warunków fizycznych (atmosferycznych), jak i liczby użytkowników jednocześnie korzystających z sieci w danym miejscu (danej komórce). Takie różnice występują i będą występowały w każdej sieci. Przyczyną może być używany sprzęt (modem, router, rodzaj kabla), technologie (np. rodzaj sieci mobilnej, konfiguracja anten i wi-fi) czy warunki fizyczne (umiejscowienie routera w mieszkaniu czy przeszkody między stacją bazową a modemem w lokalu użytkownika. Szczególnie

istotny jest rodzaj routera i konfiguracja sieci wi-fi – tą metodą łączy się większość użytkowników, a dane zaprezentowane w niniejszym raporcie (w części analizy dotyczącej powiatów) pochodzą z testów na urządzeniach podłączonych do sieci wi-fi. Czynniki te są często poza kontrolą dostawcy usługi dostępu do internetu.

**Świadomi tych czynników w niniejszym raporcie analizujemy faktyczne parametry sieci, jakie odczuwa użytkownik. To od nich, a nie od teoretycznej jakości łącza, zależy możliwość efektywnego korzystania z zasobów internetu, a w ostatnim czasie również możliwość pracy lub edukacji.**

## Metodyka badania

Na potrzeby raportu przyjęliśmy, że minimalne parametry łącza powinny wynosić 10 Mbps „w dół” oraz 3 Mbps „w górę”<sup>2,3</sup>. Przy takich parametrach powinno być możliwe prowadzenie rozmowy wideo lub oglądanie filmu w streamingu (HD, dla wyższych rozdzielczości potrzebne jest szybsze łącze) – choć oczywiście im więcej użytkowników korzysta z łącza w tym samym czasie, tym lepsze powinno ono mieć parametry. Innym ważnym parametrem jest opóźnienie sygnału, czyli czas, jaki jest potrzebny, żeby dane dotarły od użytkownika do serwera i z powrotem. Jest to szczególnie ważne dla osób grających w gry komputerowe (gdzie opóźnienie nie powinno przekraczać 50 ms) jednak nawet podczas zwykłej rozmowy czy połączenia wideo opóźnienia mogą dawać nieprzyjemny efekt i negatywnie wpływać na odczuwalną jakość.

Wszystkie dane wykorzystywane w niniejszym raporcie pochodzą z testów prędkości łącza wykonywanych przez użytkowników za pomocą narzędzia dostępnego na stronach <https://www.speedtest.pl> bądź w aplikacji mobilnej. Zatem dane te odzwierciedlają rzeczywistą prędkość przesyłu danych dostępną w danym momencie dla użytkownika robiącego test. Wyniki nie pochodzą z prób reprezentatywnych, nie mogą być więc interpretowane jako rzeczywisty wynik dla całej populacji internautów. Wynik testu zależy od wielu czynników, w tym użytego sprzętu i jego konfiguracji, odległości od routera itp. W związku z tym nie może być interpretowany jako ocena jakości usługi dostarczanej przez dostawcę ani do weryfikowania uzyskanych parametrów z warunkami z umowy o świadczenie usługi dostępu do internetu.

<sup>2</sup> Analizy prowadzone na zlecenie Komisji Europejskiej wskazują też na próg 10 Mbps „w dół” jako minimalny niezbędny dla korzystania z podstawowych usług cyfrowych i rekomendowany dla ewentualnego wprowadzenia usługi powszechnej (European Commission, 2016). Microsoft rekomenduje symetryczne łącze 4 Mbps dla rozmów wideo w większym gronie ([www4](http://www4)). Do oglądania filmów teoretycznie wystarczy ok. 5 Mbps na łącza „w dół”, ale też przy założeniu, że z sieci nie korzystają w tym czasie inne urządzenia ([www5](http://www5)).

<sup>3</sup> Prędkość łącza „w dół” (*download*) oznacza prędkość pobierania danych przez użytkownika; prędkość łącza „w górę” (*upload*) oznacza prędkość wysyłania danych.

Opisywane dane, o ile nie jest zaznaczone inaczej, dotyczą połączeń przez router wi-fi w lokalu użytkownika końcowego (dalej: „internet domowy”). Dzielimy je w niniejszym badaniu na dwie grupy: łącza stacjonarne, tj. kablowe, wykorzystujące kabel miedziany, koncentryczny, światłowod lub kombinację tych technologii lub też radiolinię (dalej: „łącza stacjonarne”) oraz łącza również oferowane w stałej lokalizacji, ale wykorzystujące technologie mobilne (tzw. *fixed*

*wireless* lub *mobile broadband*), np. LTE czy 5G (dalej: „łącza bezprzewodowe”). W dalszej części raportu opisujemy również dane pochodzące z sieci ruchomych, pozyskane z testów prowadzonych w aplikacji mobilnej (przede wszystkim na smartfonach) przez użytkowników niekorzystających z wi-fi (dalej: „łącza mobilne”).

Dane wykorzystywane w raporcie dotyczą lat 2019-2020 (rozbicie kwartalne) oraz prezentowane są na poziomie powiatów.

## Analiza realnych prędkości łączy internetowych w Polsce

**Średnia prędkość internetu domowego w Polsce pod koniec 2020 r. wynosiła 62 Mbps (download) oraz 26,2 Mbps (upload), a więc znacznie więcej niż wskazane powyżej prędkości wymagane dla użytecznego korzystania z internetu.** Za takim średnim wskaźnikiem kryją się jednak znaczne rozbieżności regionalne oraz zróżnicowanie wynikające z zastosowanej technologii.

**Najszybszy dostęp do internetu oferują łącza stacjonarne, a największe prędkości odnotowano w powiatach województwa wielkopolskiego.** W Poznaniu średnia prędkość pobierania w ostatnim kwartale 2020 r. wyniosła 114 Mbps (wysyłania 81,45 Mbps), a w czterech powiatach powyżej 100 Mbps (średzki, gostyński, gnieźnieński, poznański). W żadnym innym województwie nie było powiatu ze średnią prędkości pobierania danych powyżej 100 Mbps. Z kolei na końcu tego zestawienia wśród miast powiatowych znajduje się Tarnobrzeg i Zamość (prędkości średnie poniżej 50 Mbps), a z powiatów ziemskich – lipski (w woj. mazowieckim) ze średnią prędkością pobierania na poziomie 9 Mbps, a wysyłania 2,99 Mbps.

Jeśli chodzi o łącza bezprzewodowe to najwyższą prędkość w ostatnim kwartale 2020 r.

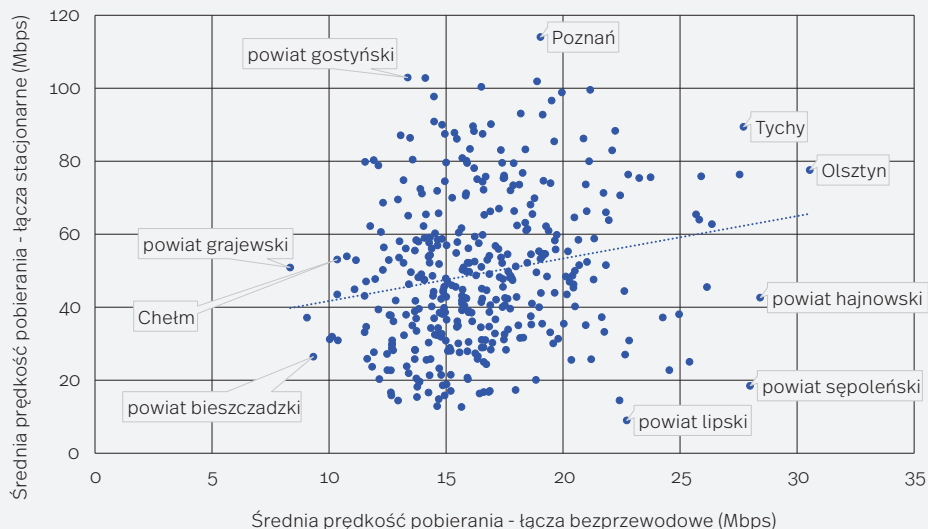
zanotowano w Olsztynie (30,5 Mbps) oraz powiecie hajnowskim (28,4 Mbps, województwo podlaskie), a najniższą w Chełmie (10,4 Mbps) oraz w powiecie grajewskim (8,3 Mbps, województwo podlaskie). Łącza bezprzewodowe mają też znacznie gorsze parametry przesyłu danych „w górę” (*uplink*), jednak w żadnym powiecie średnia prędkość nie była niższa niż wskazany powyżej próg 3 Mbps.

Prędkość pobierania danych możliwa do osiągnięcia przez łącza stacjonarne jest pozytywnie skorelowana z prędkością łączy mobilnych. Zależność między tymi parametrami przedstawiliśmy na wykresie 1.

Oprócz analizy średnich prędkości warto też przyrzeć się rozkładowi testów – w wielu powiatach występują znaczące dysproporcje w parametrach sieci, wynikające chociażby z nierównego objęcia danego terenu inwestycjami w nowoczesne sieci. W całej Polsce ponad 30 proc. testów wskazywało na prędkości pobierania danych niższe niż przyjęty przez nas próg 10 Mbps. W całym analizowanym okresie (lata 2019-2020) odsetek takich testów spadł, rósł natomiast udział testów wskazujących na najwyższe prędkości, szczególnie powyżej 100 Mbps (wykres 2).

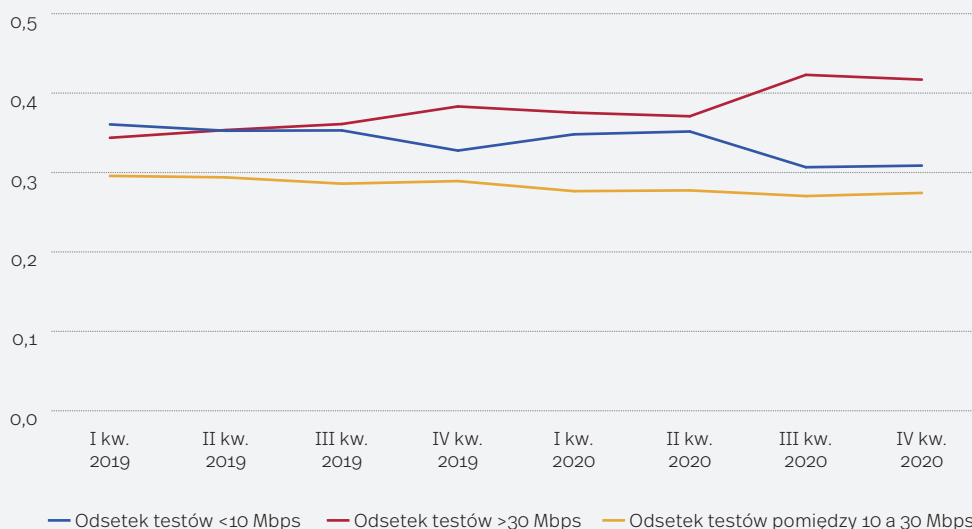


Wykres 1. Porównanie prędkości pobierania danych na łączach stacjonarnych i bezprzewodowych w poszczególnych powiatach w IV kwartale 2020 r. (w Mbps)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

Wykres 2. Odsetek testów w zależności od prędkości pobierania danych (łącza stacjonarne i bezprzewodowe)



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

## Parametry sieci w czasie pandemii

**W całej Polsce w II kwartale 2020 r. mieszkańcy 201 powiatów (na 380 wszystkich, łącznie z miastami na prawach powiatu) byli zagrożeni jakąś formą wykluczenia cyfrowego** ze względu na niedostateczną prędkość pobierania lub wysyłania danych. Z tego w 184 powiatach (48,4 proc. wszystkich) przynajmniej połowa wykonywanych testów na łączach stacjonarnych lub bezprzewodowych pokazywała niedostateczną prędkość pobierania danych. W tych powiatach mieszkało 15,3 mln osób – a więc ponad 40 proc.

całej ludności Polski. W 17 powiatach, zamieszkałych przez 1 mln osób, zagrożenie wykluczeniem występowało jednocześnie na łączach od operatorów łączy stacjonarnych i bezprzewodowych. W najgorszej sytuacji były cztery powiaty – kozienicki, ostrotęcki (województwo mazowieckie), sejneński (podlaskie) i janowski (lubelskie), w których zagrożenie wykluczeniem obejmowało zarówno łącza stacjonarne, jak i mobilne, zarówno w zakresie transmisji „w górę” jak i „w dół”. W powiatach tych w 2020 r. mieszkało 212,9 tys. osób.

▾ **Tabela 1.** Liczba powiatów, w których wystąpiło zagrożenie wykluczeniem cyfrowym w II kwartale 2020 r.

Czy zagrożenie wykluczeniem występuje na łączu stacjonarnym?		Czy zagrożenie wykluczeniem występuje na łączu bezprzewodowym?		Liczba powiatów	Suma narastająco
„w dół”	„w górę”	„w dół”	„w górę”		
Nie	Nie	Nie	Tak	3	3
Nie	Nie	Tak	Nie	112	115
Nie	Tak	Nie	Nie	14	129
Nie	Nie	Tak	Tak	28	157
Nie	Tak	Nie	Tak	0	157
Nie	Tak	Tak	Nie	12	169
Nie	Tak	Tak	Tak	6	175
Tak	Nie	Nie	Nie	2	177
Tak	Nie	Nie	Tak	0	177
Tak	Nie	Tak	Nie	2	179
Tak	Nie	Tak	Tak	0	179
Tak	Tak	Nie	Nie	7	186
Tak	Tak	Nie	Tak	0	186
Tak	Tak	Tak	Nie	11	197
Tak	Tak	Tak	Tak	4	201

Uwaga: na potrzeby analizy zagrożenia wykluczeniem cyfrowym w raporcie przyjęliśmy poziom 50 proc. testów wskaźujących na prędkość transmisji poniżej ustalonych progów – 10 Mbps dla łączy „w dół” i 3 Mbps dla łączy „w górę”.

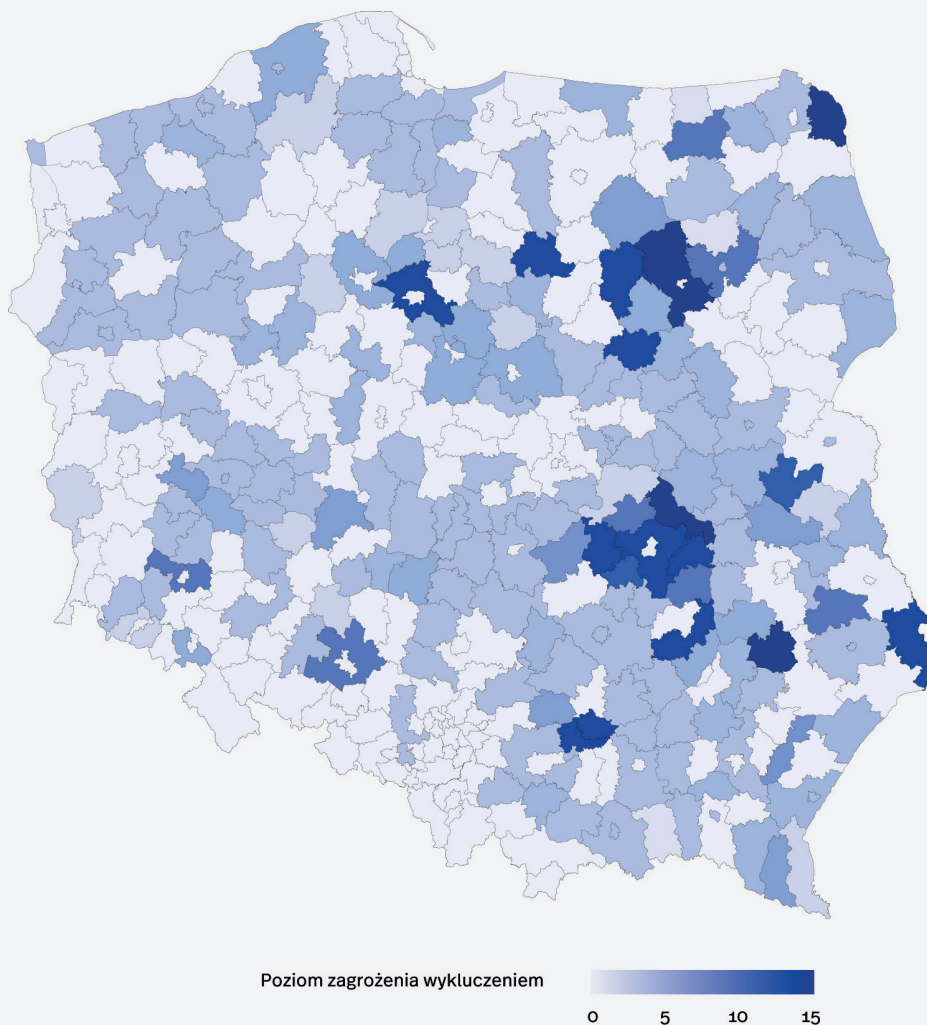
Przyjęliśmy również, że zagrożenie wykluczeniem jest stopniowalne, tj. łączność „w dół” jest ważniejsza niż „w górę” oraz że zagrożenie dotyczące użytkowników łączy stacjonarnych świadczy o większych zapóźnieniach w rozwoju infrastruktury niż zagrożenie wykluczeniem na łączach bezprzewodowych.

Źródło: opracowanie własne PIE.

Na mapie 1 prezentujemy poziom zagrożenia wykluczeniem we wszystkich powiatach w kraju, od najmniej dotkliwego (zagrożenie wykluczeniem w kierunku „w górę” na

łącach bezprzewodowych) do najbardziej dotkliwego (wykluczenie zarówno „w górę”, jak i „w dół”, na łącach stacjonarnych i bezprzewodowych).

▸ **Mapa 1.** Zagrożenie wykluczeniem z dostępu do internetu w Polsce w okresie pandemii w II kwartale 2020 r.



Uwaga: intensywność koloru oznacza stopień zagrożenia wykluczeniem, od 0 (odpowiednia prędkość łączy "w dół" i "w górę") do 15 (niewystarczająca prędkość łączy w obu kierunkach, w obu rozpatrywanych technologiach).

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

Jakakolwiek forma zagrożenia wykluczeniem dotknęła 201 powiatów, z czego najwięcej na Mazowszu (31), w Wielkopolsce (18) i na Podkarpaciu (16). W województwie świętokrzyskim zagrożonych wykluczeniem jest (przynajmniej

jedną formą zagrożenia) aż 11 z 14 powiatów, w mazowieckim 31 z 42. Najlepszą pod tym względem sytuacją jest w województwie śląskim (5 z 36) i opolskim (2 z 12).

▼ **Tabela 2.** Zagrożenie wykluczeniem w dostępie do internetu w powiatach (przynajmniej jedna forma) w podziale na województwa

Wyszczególnienie	Województwo							
	dolnośląskie	kujawsko-pomorskie	lubelskie	lubuskie	łódzkie	małopolskie	mazowieckie	opolskie
Zagrożenie wykluczeniem (każda forma)	13	13	16	6	15	13	31	2
wszystkie	30	23	24	14	24	22	42	12
% zagrożonych	43	57	67	43	63	59	74	17
Zagrożone wykluczeniem – łącza bezprzewodowe	10	9	16	6	12	13	26	2
% zagrożonych	33	39	67	43	50	59	62	17
Wyszczególnienie	Województwo							
	podkarpackie	podlaskie	pomorskie	śląskie	świętokrzyskie	warmińsko-mazurskie	wielkopolskie	zachodniopomorskie
Zagrożenie wykluczeniem (każda forma)	16	10	11	5	11	8	18	13
wszystkie	25	17	20	36	14	21	35	21
% zagrożonych	64	59	55	14	79	38	51	62
Zagrożone wykluczeniem – łącza bezprzewodowe	13	8	7	5	11	13	12	4
% zagrożonych	52	47	35	14	79	62	34	52

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

Nieco inaczej wyglądała sytuacja pod względem dostępu do internetu mobilnego, testowanego na urządzeniach mobilnych (bez pośrednictwa sieci wi-fi). Tu 167 powiatów było zagrożonych przynajmniej jedną formą wykluczenia, z czego w 94 oznaczało to zarówno prędkość pobierania, jak i wysyłania danych poniżej przyjętego progu efektywności komunikacji. Jest to odpowiednio 44 proc. i 25 proc. wszystkich powiatów. **Oznacza to, że niedostateczna prędkość internetu mobilnego występowała na terenach zamieszkałych przez 13,4 mln osób, choć należy jednocześnie podkreślić,**

**że w wielu tych obszarach użytkownicy mogli bez problemu korzystać z łączy stacjonarnych w swoich miejscach zamieszkania.**

Zagrożenie wykluczeniem wynikające z niskiej jakości sieci mobilnej jest skoncentrowane na Mazowszu i w województwach wschodnich. W świętokrzyskim 11 z 14 powiatów ma niewystarczającą prędkość połączenia, w lubelskim 16 z 24, w mazowieckim 26 z 42, a warmińsko-mazurskim 13 z 21. Z kolei najlepsza sytuacja, podobnie jak to miało miejsce w przypadku łączy stacjonarnych, występuje w województwie opolskim i śląskim.

Korelacja między odsetkiem testów poniżej progu dla łączy stacjonarnych i mobilnych jest stosunkowo wysoka (powyżej 0,5), co oznacza, że dobrej jakości dostęp mobilny jedynie w niewielkim stopniu może zrekompensować brak dostępu stacjonarnego. Należy też zauważyć, że z czterech powiatów najmocniej zagrożonych wykluczeniem pod względem dostępu do internetu stacjonarnego, w trzech (ostrołęckim, sejneńskim i janowskim) występowało też zagrożenie ze względu na niskiej jakości dostęp do internetu mobilnego.

**Pod koniec ubiegłego roku (wg danych za ostatni kwartał 2020 r.) sytuacja pod względem dostępu do internetu w Polsce uległa poprawie** – liczba powiatów dotkniętych jakkolwiek formą zagrożenia wykluczeniem zmalała o 36 (z 53 proc. wszystkich powiatów do 43 proc.), tych z niedostateczną prędkością pobierania o 29 (do 155). Tylko dwa powiaty były zagrożone we wszystkich czterech analizowanych wymiarach – sejneński, który był w takiej sytuacji również w II kwartale 2020 r. oraz opolski. Zmiana sytuacji w poszczególnych powiatach może mieć różne źródła – w przypadku powiatu opolskiego, do zagrożenia wykluczeniem w sieciach stacjonarnych doszło zagrożenie ze względu na łącza bezprzewodowe (*fixed wireless*). Z kolei w powiecie janowskim, gdzie nastąpiła

wyraźna poprawa jakości dostępu do sieci, prawdopodobnie swoją rolę odegrały inwestycje z POPC (różnica nastąpiła głównie w parametrach łączy stacjonarnych).

Poprawiła się również jakość połączeń w sieciach mobilnych. Liczba powiatów zagrożona jakimkolwiek wykluczeniem zmniejszyła się do 167, czyli z 44 proc. do 34 proc.), a liczba mieszkańców takich powiatów w ostatnim kwartale 2020 r. wynosiła 9,8 mln osób (w porównaniu z 13,4 w II kwartale).

Na koniec tej części analizy warto podać, gdzie w Polsce zagrożenie wykluczeniem na łączu „w dół” było najpewniejsze. Jako takie kryterium przyjęliśmy przynajmniej 50 proc. testów prędkości pobierania danych poniżej 10 Mbps we wszystkich rodzajach łączy (wi-fi na łączach stacjonarnych i bezprzewodowych

oraz prędkość na urządzeniach mobilnych poza wi-fi) – czyli prędkości umożliwiające swobodne korzystanie z podstawowych usług internetowych. W II kwartale 2020 r. taka sytuacja miała miejsce w 15 powiatach, zamieszkałych przez 883 tys. osób. Pod koniec

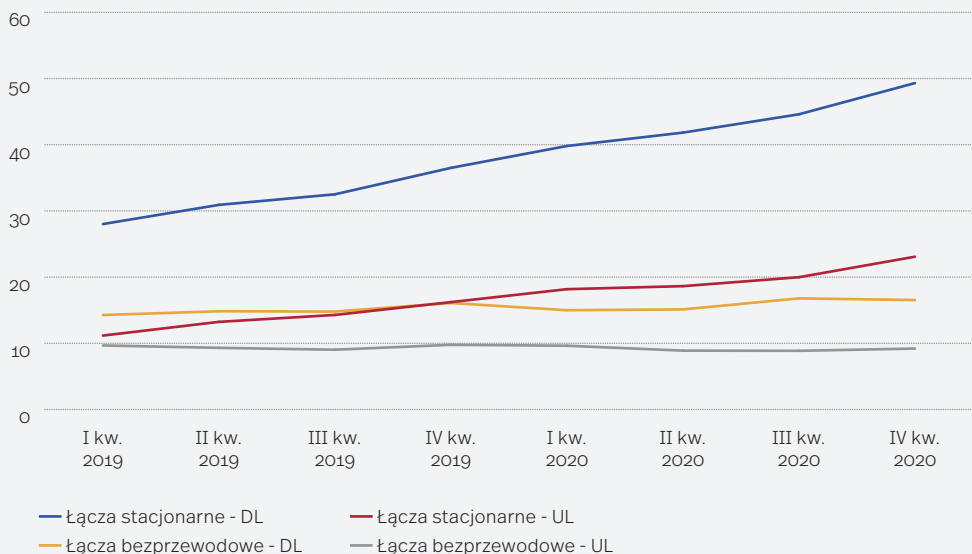
roku (w ostatnim kwartale) zostały tylko 4 takie powiaty, zamieszkałe przez ok. 185 tys. osób – ostrołęcki (mazowieckie), sejneński (podlaskie), złotoryjski (dolnośląskie) i olecki (warmińsko-mazurskie).

## Zmiany jakości internetu w czasie

Jak wspominaliśmy wyżej, jakość dostępu do internetu w Polsce systematycznie poprawia się. **W analizowanym okresie – od początku 2019 r. do końca 2020 r. – średnia prędkość (uwzględniająca wszystkie testy wykonywane w Polsce) wzrosła o ponad 50 proc., z 40,8 Mbps do 62 Mbps dla internetu**

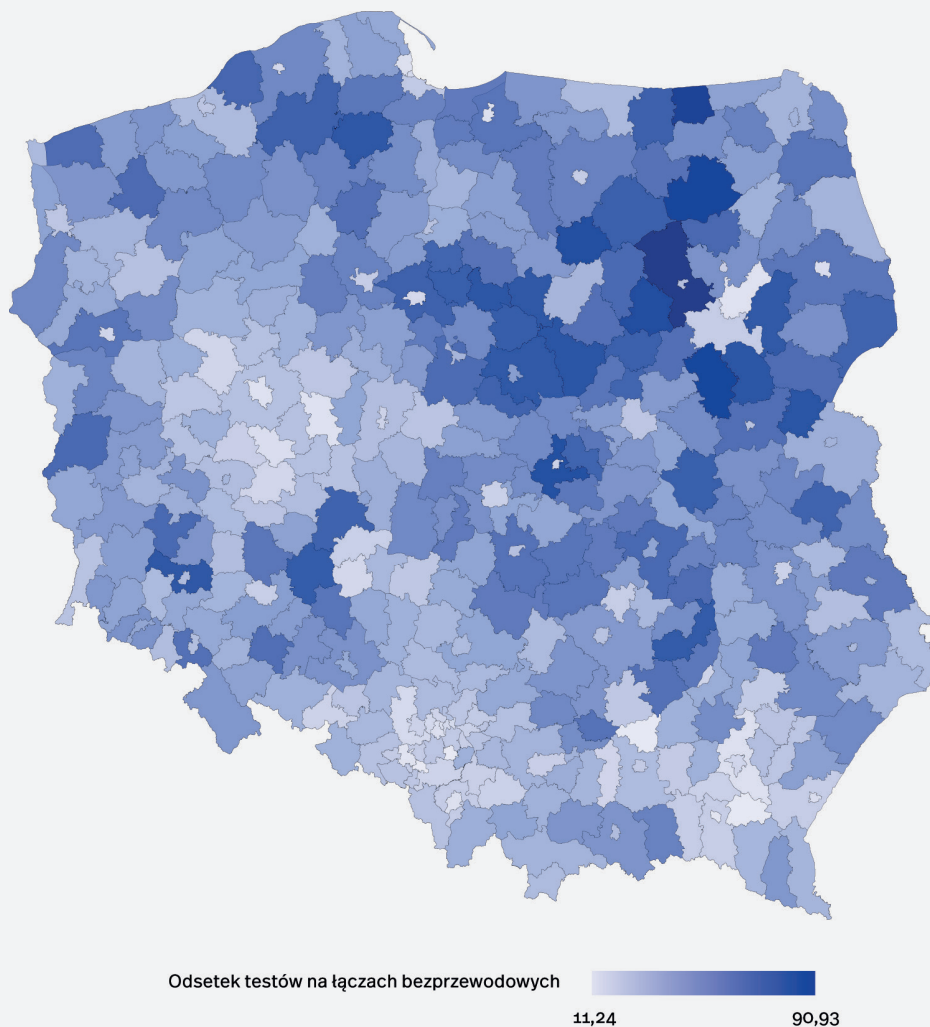
**domowego oraz o 40 proc. (z 20,7 Mbps do 29 Mbps) dla połączeń mobilnych.** Z kolei średnia prędkość na poziomie powiatów wzrosła o 97 proc. tych jednostek w przypadku łączy stacjonarnych oraz 74,7 proc. w przypadku łączy bezprzewodowych i 93,7 proc. dla testów na urządzeniach mobilnych.

▸ **Wykres 3.** Zmiany prędkości pobierania danych (download, DL) i wysyłania danych (upload, UL) w latach 2019 i 2020 w zależności od technologii (w Mbps)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

Mapa 2. Substytucja łączy stacjonarnych łącami bezprzewodowymi w II kwartale 2020 r.



Uwaga: intensywność koloru oznacza odsetek testów prędkości łącza wykonanych na łącach bezprzewodowych, wśród wszystkich testów internetu domowego.

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych UKE i Speedtest.pl.

Biorąc pod uwagę zbiorcze dane nie widać istotnego wpływu pandemii i wynikających z niej zmian sposobów i miejsc korzystania z internetu na jakość połączeń. Jednak przy rozbiciu na

łącza stacjonarne i bezprzewodowe (tj. w podziale na różne technologie dostarczenia sygnału do mieszkania użytkownika) różnice stają się istotne. **W przypadku łączy bezprzewodowych**

**prędkość pobierania zmniejszyła się aż w 241 powiatach (63 proc. wszystkich), w przypadku łączy stacjonarnych – jedynie w 89 (23 proc.)** (braliśmy pod uwagę średnią prędkość pobierania w II kwartale 2020 r. w porównaniu z IV kwartałem 2019 r.).

Różnica między łącami stacjonarnymi a bezprzewodowymi jest istotna, gdyż w wielu regionach Polski, ze względu na niedostatki infrastruktury kablowej, abonenci decydują się znacznie częściej właśnie na stałe łącza bezprzewodowe (*fixed wireless*) (mapa 2). Nie ma oczywiście regionu ani powiatu, który byłby całkowicie pozbawiony łączy stacjonarnych. Są one jednak różnej jakości i w wielu przypadkach bardziej opłaca się wybór dostawcy bezprzewodowego, mimo teoretycznie większej zawodności i zmienności parametrów takiego rozwiązania. Trwające inwestycje w infrastrukturę – np. z Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa – ograniczają to zjawisko.

Wnioskując na podstawie odsetka wykonywanych testów w sieciach stacjonarnych

i bezprzewodowych, w 132 powiatach w Polsce (35 proc. wszystkich) ma miejsce istotna substitucja łącami bezprzewodowymi. W tych powiatach w II kwartale 2020 r. ponad 50 proc. testów wykonywanych było na łącach typu *fixed wireless*, podczas gdy średnia dla całej Polski wynosiła 38,4 proc. Największy odsetek tego typu testów miał miejsce w powiecie ostrołęckim (90,93 proc.). Spośród miast na prawach powiatu największy odsetek testów na łącach bezprzewodowych miał miejsce w Płocku (45,79 proc.) (mapa 2).

**Internauci z powiatów, w których w największym stopniu korzystano z łączy bezprzewodowych, byli najbardziej narażeni na utrudnienia w czasie pandemii.** Łącza tego typu oferują niższe parametry niż światłowody lub wysokiej jakości łącza kablowe. Transmisja jest też mniej stabilna i bardziej zależna od jednoczesnej liczby użytkowników – stąd spadki parametrów w przypadku użytkowników korzystających z łączy mobilnych w okresie największych ograniczeń związanych z *lockdownem*.

## Sieci mobilne i jakość sygnału

Warto również przyjrzeć się jakości transmisji oferowanej przez sieci mobilne na urządzeniach mobilnych, tj. jakości „w terenie”. Z jednej strony wyniki testów wskazują, że faktyczna jakość na urządzeniach mobilnych jest wyższa niż w przypadku łączy bezprzewodowych (tj. łączy typu *fixed wireless*). Lepsze parametry pod względem transmisji „w dół” są odczuwane w 366 powiatach, w tym we wszystkich miastach na prawach powiatu. W 42 powiatach prędkość łączy mobilnych była też wyższa niż stacjonarnych, a w 40 wyższa zarówno od łączy bezprzewodowych, jak i stacjonarnych.

Z drugiej strony przywołane wyżej wyniki testów dotyczą jednak tylko pewnego wycinka obszaru Polski, gdy tymczasem pokrycie całego kraju wysokiej jakości zasięgiem sieci komórkowych

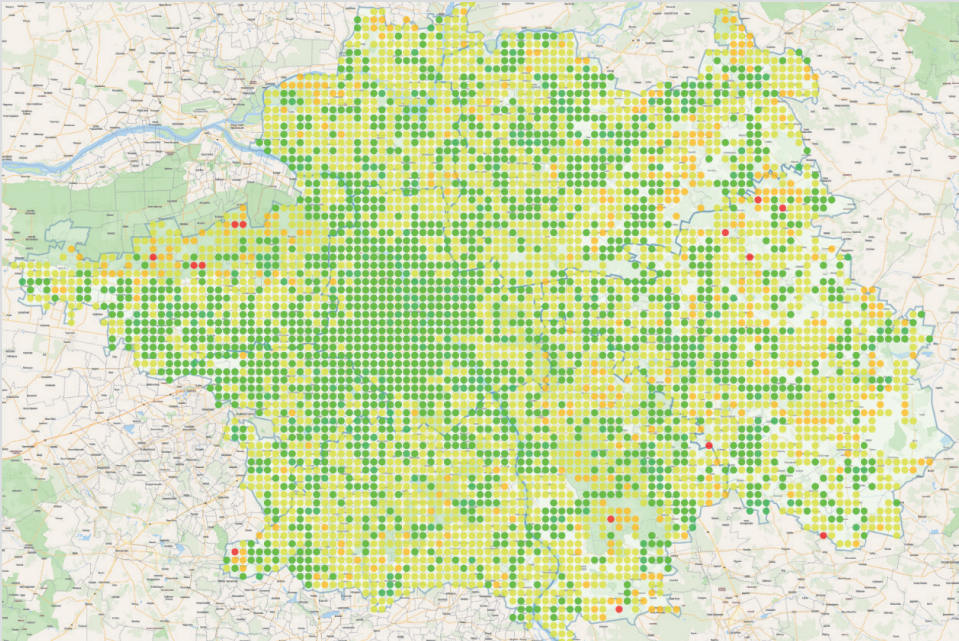
może być traktowane jako istotny cel rozwojowy. Faktyczny poziom realizacji tego celu można badać za pomocą danych o sile sygnału ze stacji bazowych, odbieranego na urządzeniu mobilnym. W odróżnieniu od analizowanych wyżej danych, pochodzących od użytkowników, którzy uruchamiali na swoich urządzeniach testy łączy, dane o jakości sygnału zbierane są przez urządzenie z aktywną aplikacją, ale bez konieczności podejmowania dodatkowych działań przez użytkownika. Dostępne dane nie obejmują też całego kraju – w wielu miejscach mniej uczęszczanych przez użytkowników (np. lasy czy tereny wyłączono z publicznego dostępu) dane nie były zbierane lub było ich zbyt mało, by przedstawić wiarygodne wyniki. Dane dostępne dla sieci 4G/5G dotyczą zatem ok. 67,7 proc. powierzchni Polski.



**Na 17,8 proc. obszaru, dla którego dostępne są odpowiednie dane, jakość sygnału może powodować problemy z dostępnością podstawowych usług<sup>4</sup>.** Zbiorcze parametry

niewiele jednak mówią o terytorialnym zróżnicowaniu jakości sieci. Jakość sygnału została więc zilustrowana mapami wybranych powiatów ze wskazaniem jakości sieci na ich terenie.

▸ Mapa 3. Warszawa i okoliczne powiaty

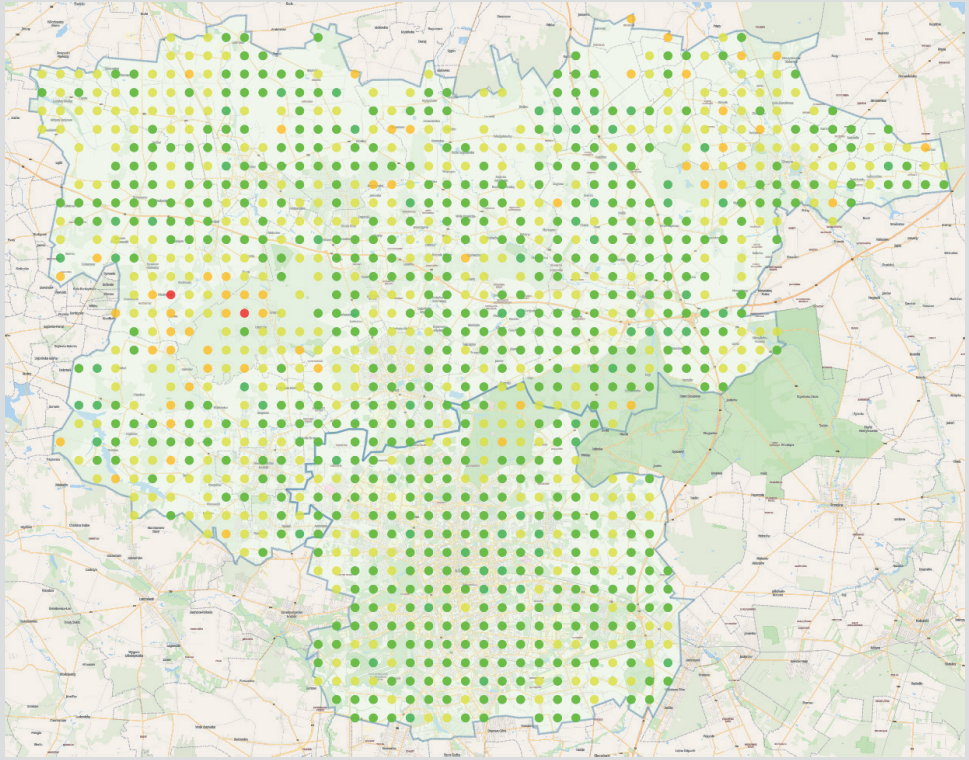


● poniżej -125 dBm   ● -125 do -115 dBm   ● -115 do -105 dBm   ● -105 do -95 dBm   ● powyżej -95 dBm

Na mapie wyraźnie odcina się obszar Warszawy, w całości pokryty zielonym kolorem oznaczającym najwyższą jakość sygnału. Powiaty dookoła mają znacznie niższą jakość sygnału (kolor pomarańczowy lub czerwony), w niektórych miejscach oznaczono zbyt słaby sygnał dla efektywnego korzystania z nowoczesnych usług. Wyniki przedstawione na mapie znajdują odzwierciedlenie w rzeczywistości – średnia prędkość internetu mobilnego zmierzona w 2020 r. w Warszawie wyniosła 33,78 Mbps, w powiecie warszawskim zachodnim 27,61; legionowskim 22,71, wołomińskim 22,09, mińskim 21,74, otwockim 22,72, piaseczyńskim 24,9 i pruskowskim 31,01.

<sup>4</sup> Graniczną wartością jakości sygnału jest -110 dBm. Wartość ta jest wskaazywana w niektórych kontekstach jako graniczna, np. przy określaniu obowiązków pokryciowych – za CEPT (2015).

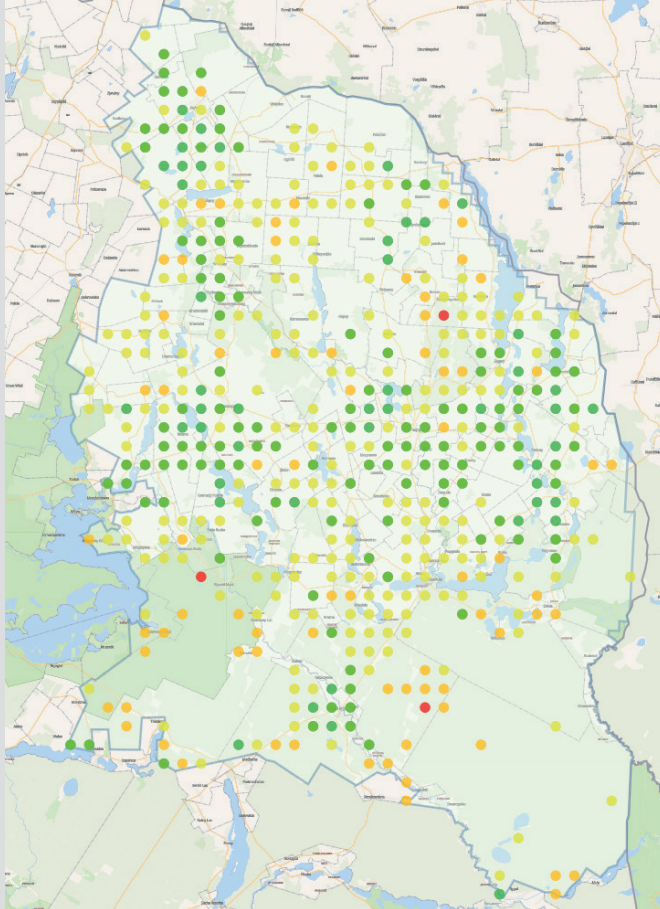
## Mapa 4. Łódź i powiat zgierski



● poniżej -125 dBm   ● -125 do -115 dBm   ● -115 do -105 dBm   ● -105 do -95 dBm   ● powyżej -95 dBm

Jakość sygnału w Łodzi i okolicach ma podobny rozkład. Sąsiadujący z Łodzią powiat zgierski jest o tyle interesujący, że na jego terenie krzyżują się autostrady A1 i A2. Na mapie widać, że w okolicach ich przecięcia oraz wzdłuż tych dwóch tras jakość sygnału jest dobra (w większości kolor zielony), natomiast na obszarach oddalonych od autostrad sygnał jest znacznie słabszy (żółty, pomarańczowy i miejscami czerwony). W Łodzi średnia prędkość transferu wyniosła 36,14 Mbps, a w powiecie zgierskim 21,89 Mbps.

## ▼ Mapa 5. Powiat sejneński

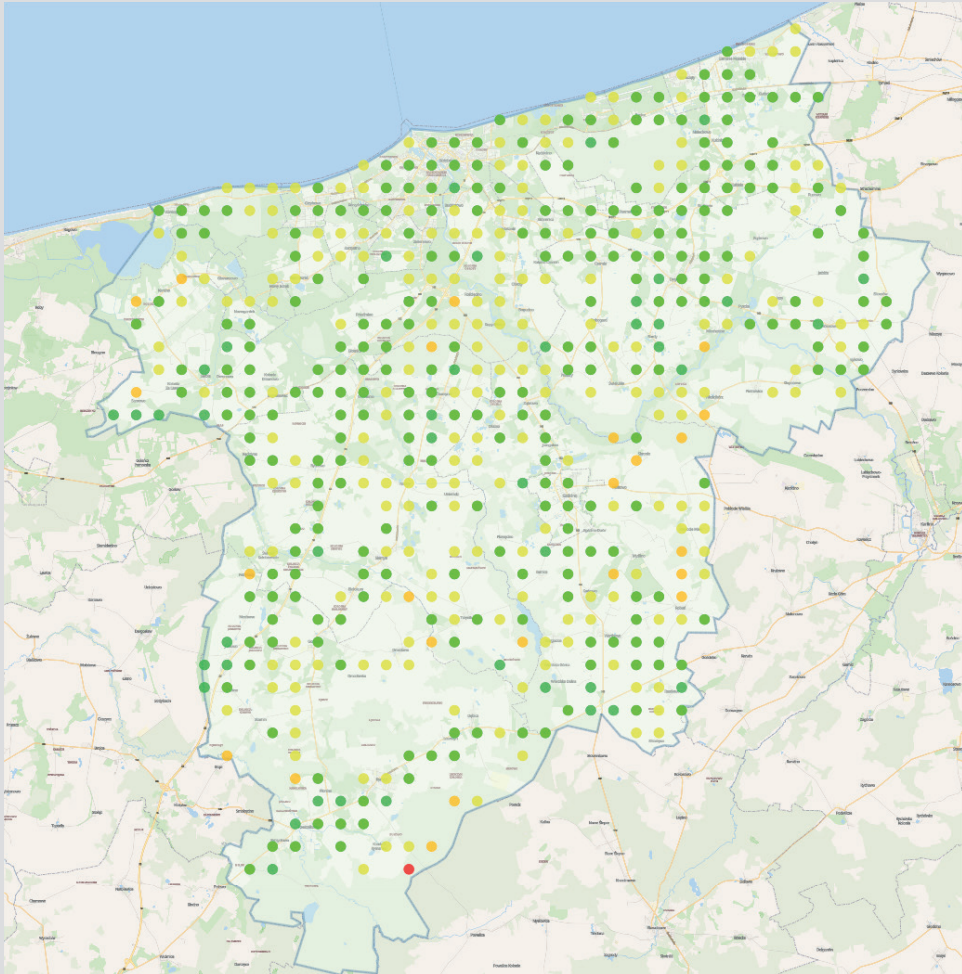


● poniżej -125 dBm   ● -125 do -115 dBm   ● -115 do -105 dBm   ● -105 do -95 dBm   ● powyżej -95 dBm

Odmianą sytuację można zaobserwować w powiatach oddalonych od dużych ośrodków miejskich, o niskiej gęstości zaludnienia. Przede wszystkim na znacznym obszarze takich powiatów brakuje danych o sygnale – z powodu niewielkiej liczby przebywających tam osób. Na terenie powiatu sejneńskiego są to w szczególności tereny Puszczy Augustowskiej oraz Wigierskiego Parku Narodowego. Drugą cechą rzucającą się w oczy jest duża liczba obszarów z sygnałem słabej jakości, oznaczonym kolorem żółtym, pomarańczowym i czerwonym. W powiecie sejneńskim średnia prędkość przesyłu danych w sieciach mobilnych wyniosła 13,53 Mbps, przy czym ponad dwie trzecie testów dawało wynik poniżej 10 Mbps.



Mapa 6. Powiat kotobrzeski



● poniżej -125 dBm   ● -125 do -115 dBm   ● -115 do -105 dBm   ● -105 do -95 dBm   ● powyżej -95 dBm

Sytuacja w powiecie kotobrzeskim wygląda nieco inaczej. To obszar znacznie bardziej turystyczny niż okolice Sejnu, stąd też sześciokrotnie większa liczba testów, ale i znacznie lepsze wyniki siły sygnału i jakości sieci. Średnia prędkość pobierania danych w tym powiecie wyniosła w 2020 r. 25,02 Mbps.

# Poprawa jakości dostępu do internetu w Polsce – rekomendowane narzędzia regulacyjne

## Obowiązki pokryciowe i inwestycyjne w Polsce

Częstotliwości radiowe są zarazem dobrem publicznym i dobrem rzadkim. W momencie ich rozdysponowania państwowy regulator ma możliwość wykorzystania mechanizmów rynkowych z realizacją celów publicznych. W przypadku częstotliwości radiowych, zgodnie z powszechnie przyjętym w ostatnich latach podejściem, zakłada się przeprowadzenie aukcji, której uczestnicy mają możliwość wyceny wartości, jaką stanowi dla nich widmo radiowe. Z kolei potencjalne cele regulatora to chociażby zwiększenie pokrycia i dostępności określonych usług, wsparcie dla innowacji czy poprawa warunków konkurencji na rynku (BEREC, 2018). Z punktu widzenia interesów Skarbu Państwa istotne mogą też być wpływy budżetowe uzyskane w procesie rozdysponowania częstotliwości.

Możliwość nałożenia obowiązków pokryciowych jest przewidziana w polskim prawie, a mechanizm ten był już wykorzystany podczas prowadzonej w 2015 r. aukcji częstotliwości z zakresu pasma 800 MHz. W ówczesnej dokumentacji (UKE, 2014) przewidziano dla każdego bloku częstotliwości listę gmin oraz listę punktów w tychże gminach, które operator musiał objąć zasięgiem sieci, wykorzystującej oferowane

częstotliwości. Obowiązek był uznawany za spełniony, jeśli wskazane punkty, określone za pomocą współrzędnych geograficznych, znajdowały się nie dalej niż 7 km od stacji bazowej). Operatorzy składając ofertę w postępowaniu aukcyjnym deklarowali, że spełnią wskazane obowiązki, jednak później nie nastąpiła żadna formalna weryfikacja czy rzeczywiście zostały one zrealizowane.

Podobnym rodzajem zobowiązania do wypełnienia obowiązków pokryciowych są obowiązki inwestycyjne. Oznaczają one konieczność budowy określonej infrastruktury lub wydania określonej ilości środków na inwestycje – np. konkretnej liczby stacji bazowych<sup>5</sup>. Tego typu propozycja znalazła się w konsultowanej w 2020 r. w Polsce dokumentacji aukcji na zasoby z pasma C (UKE, 2019).

Obowiązki pokryciowe czy inwestycyjne nie są oczywiście jedynym rodzajem obowiązków, które mogą być nałożone na operatorów. Inne podejścia, wykorzystywane w Europie i dopuszczalne lub rozważane do dopuszczenia w Polsce to:

- **współużytkowanie częstotliwości** – kilku operatorów ma możliwość korzystania z tej samej częstotliwości. Operator

<sup>5</sup> Definicja przyjęta na potrzeby niniejszego opracowania.

posiadający rezerwację ogólnokrajową ma obowiązek umożliwienia świadczenia usług z wykorzystaniem swoich zasobów na obszarach, na których sam z nich aktywnie nie korzysta;

- **roaming krajowy** – operator umożliwia logowanie się do swojej sieci klientom innego operatora, podobnie jak to ma miejsce w roamingu międzynarodowym;

- **dynamiczne współdzielenie pasma** – operatorzy oferują usługi wykorzystując różne częstotliwości oraz bazę danych o ich lokalnej zajętości, np. usługi telekomunikacyjne mogą być oferowane na częstotliwościach przeznaczonych do rozsyłania sygnału telewizyjnego, jeśli te na danym obszarze akurat nie są zajęte.

## Obowiązki pokryciowe i inwestycyjne w wybranych krajach

### Kraje, które dotychczas rozdysponowały pasmo 700 MHz oraz inne pasma dla sieci 5G, stosowały różne modele i narzędzia dla realizacji celów publicznych.

W **Wielkiej Brytanii** postępowanie zakończyło się w 2021 r. i było najbliższe modelowi konkurencyjnemu – na aukcji sprzedano 6 bloków po 5 MHz z pasma 700 MHz oraz częstotliwości z zakresu 3,6-3,8 GHz. Trzech operatorów kupiło po 2x10 MHz pasma, a na zwycięzców nie zostały nałożone żadne obowiązki pokryciowe. W toku konsultacji Ofcom (brytyjski regulator telekomunikacyjny) uznał, że lepsze efekty zostaną osiągnięte dzięki dobrowolnym porozumieniom operatorów w ramach programu Shared Rural Network (Ofcom, 2020).

W **Niemczech** pasmo 700 MHz zostało rozdysponowane już w 2015 r. Postępowaniem objęte były również częstotliwości z pasm 900 MHz, 1800 MHz i 1,5 GHz. Wybrany model miał charakter komercyjny, aukcja obejmowała 6 bloków po 5 MHz, a dostępnymi częstotliwościami podzieliło się trzech operatorów po równo (www8). Operatorzy, którzy nabyli pasmo, muszą zrealizować obowiązki pokryciowe, w tym zapewnić pokrycie zasięgiem głównych dróg i linii kolejowych (BNetzA, 2015). Co istotne, operatorzy nie są zobowiązani do realizacji obowiązków przy wykorzystaniu częstotliwości nabytych w danych postępowaniu – mają swobodę

wykorzystania innych swoich zasobów i podejmowania decyzji technologicznej.

W **Szwecji** aukcja pasma 700 MHz miała miejsce w 2018 r. Tu wykorzystano model pośredni, w którym dwa bloki 2x5 MHz sprzedawane były bez obowiązków pokryciowych, natomiast jeden szerszy blok – 2x10 MHz – był objęty obowiązkami inwestycyjnymi. Oprócz tego warto zauważyć, że na aukcji oferowano także częstotliwości dla dodatkowej łączności „w dół”, jednak nie wzbudziły one zainteresowania kupujących. Aukcja nie objęła też wszystkich częstotliwości przeznaczonych na bezprzewodowy przesył danych, ze względu na wątpliwości dotyczące bezpieczeństwa wniesione przez szwedzkie służby (www9). Operator, który zakupił blok 2x10 MHz (Telia Sweden) jest zobowiązany do zainwestowania przynajmniej 100 mln koron (SEK) w infrastrukturę we wskazanych obszarach. Również w **Czechach**, na zakończonej w 2020 r. aukcji regulator sprzedawał jeden większy blok (2x10 MHz), którego nabywca (O2) ma stworzyć sieć na potrzeby łączności ratunkowej (PPDR) (www10).

Inne rozwiązanie zostało przyjęte we **Włoszech** (Martino, 2018). Tu aukcja pasma 700 MHz została przeprowadzona w 2018 r. i była połączona ze sprzedażą częstotliwości z zakresu 3600-3800 MHz, a także z zakresu 26,5-27,5 GHz. W tym przypadku również zastosowano

obowiązki pokryciowe (konieczność zapewnienia łączności min. 30 Mbps m.in. w miastach, na obszarach turystycznych oraz wyznaczonych oddzielnie dla każdego bloku obszarach o szczególnych potrzebach). Co jednak ciekawsze, dokumentacja zawierała również obowiązki nałożone łącznie, na wszystkich operatorów, którzy wygrają aukcję. Wspólne obowiązki obejmują m.in. dostępność usług 5G dla 99,4 proc. mieszkańców, a także na wszystkich głównych drogach krajowych i liniach kolejowych. Operatorzy sami muszą rozwiązać problem wzajemnej współpracy w celu realizacji tych obowiązków. W chwili pisania niniejszego raportu nie można ocenić skuteczności tego typu podejścia, gdyż wykorzystanie pasma 700 MHz będzie miało miejsce dopiero od 2022 r.

Modele wykorzystujące dostępne częstotliwości do stworzenia sieci hurtowej funkcjonowały w krajach poza UE. Najbardziej zaawansowany wprowadzono na **Białorusi** oraz w **Meksyku**. Na Białorusi nastąpiła *de facto* nacjonalizacja sieci (tj. znaczący zasób częstotliwości został przekazany do państwowej spółki), a rozwój sieci 4G jest znacząco w tyle w stosunku chociażby do Polski. Z kolei w Meksyku celem stworzenia sieci hurtowej było zwiększenie konkurencji na rynku i poprawa warunków dla

konsumentów – cele te również nie zostały zrealizowane, a sieć boryka się ze znacznymi problemami finansowymi (www11).

W kontekście polskich doświadczeń ze sprzedażą częstotliwości z pasma 800 MHz oraz biorąc pod uwagę podejście do obowiązków pokryciowych w innych krajach, w tym szczególnie tych omówionych powyżej, należy zwrócić uwagę na kilka zagadnień. **Po pierwsze, w Polsce obowiązki pokryciowe zakładają wykorzystanie konkretnych zakresów częstotliwości** (poza przypadkiem Aero 2) – tych, sprzedawanych w danych postępowaniu. Nie pozostawiało to pola na decyzje operatorów co do wykorzystania innych posiadanych zasobów. **Po drugie, w dokumentacji nie wskazano konkretnej jakości usług, która ma zostać osiągnięta.** Mowa jest jedynie o „pokryciu zasięgiem sieci” lub „umożliwieniu wykorzystania częstotliwości” we wskazanych gminach (UKE, 2014). Są to wyrażenia nieprecyzyjne, a w praktyce pokrycie zasięgiem sieci może oznaczać sygnał o tak słabej jakości, że trudno jest mówić o efektywnym korzystaniu z internetu (por. dane zaprezentowane w poprzednim rozdziale raportu). **Po trzecie, obowiązkom nie towarzyszyły działania weryfikujące ich faktyczne spełnienie.**

## Podsumowanie

- W raporcie przedstawiliśmy analizę zagrożenia wykluczeniem cyfrowym na podstawie faktycznej jakości dostępu do internetu w Polsce, w latach 2019-2020. Szczególną uwagę zwróciliśmy na obszary, w których problemy z łącznością występowały w pierwszym okresie pandemii. Na podstawie danych z testów jakości sieci wskazaliśmy te powiaty, których mieszkańcy są w największym stopniu zagrożeni wykluczeniem cyfrowym – tj. największy odsetek testów daje rezultaty poniżej przyjętych progów (10 Mbps dla łącza „w dół” i 3 Mbps dla łącza „w górę”). **Wśród 201 powiatów, w których takie zagrożenie wystąpiło w II kwartale 2020 r., w czterech wykluczenie obejmowało zarówno łącza mobilne, jak i stacjonarne, w obu kierunkach, pobierania i wysyłania danych (kozienicki, ostrotęcki, sejneński i janowski).**
- Dane w raporcie różnią się od prezentowanych przez UKE czy GUS. UKE wskazuje na ponad 50 proc. łączy o przepustowości powyżej 100 Mbps, podczas gdy w analizowanych przez nas danych takie prędkości dotyczą jedynie 15,2 proc. testów. Różnice wynikają z kilku czynników. Przede wszystkim prędkość łącza zapisana w umowie z abonentem zawsze różni się od faktycznej prędkości – ze względu na jakość urządzeń (routera i komputera), ich konfigurację czy ustawienie w lokalu mieszkalnym. Po drugie analizowane przez nas dane pochodzą z domowych sieci wi-fi, oferujących niższą jakość niż bezpośrednie podłączenie komputera do kabla sieciowego. Ponadto testy łącza mogą być częściej wykonywane przez abonentów, którzy doświadczają problemów z jakością dostępu do sieci – co zwiększa odsetek gorszych wyników. Z tych powodów wyniki prezentowane w raporcie nie służą wskazywaniu „białych plam”, tj. obszarów pozbawionych łączności, w których wskazana jest interwencja publiczna. Stanowią jednak pierwszą tak kompletną analizę zagrożenia wykluczeniem cyfrowym, łączącą w sobie obszary „białych plam”, jak i wykluczenia wynikającego z braku kompetencji (technicznych, dotyczących konfiguracji sprzętu) czy problemów finansowych (brak możliwości wykupienia lepszej oferty).
- W drugiej części raportu omówiliśmy narzędzia regulacyjne możliwe do zastosowania w obecnej sytuacji w Polsce. **Zbliżające się decyzje w sprawie rozdysponowania pasm częstotliwości przeznaczonych na usługi 5G dają możliwość rozwiązania problemów z dostępem do sieci, zdiagnozowanych w raporcie.** Specyfika pasma 700 MHz sprawia, że jego wykorzystanie może zapewnić wysokiej jakości łączność na obszarach zagrożonych wykluczeniem. Nie mniej ważne jest zastosowanie dostępnych Prezesowi UKE narzędzi regulacyjnych, w tym przede wszystkim obowiązków pokryciowych i inwestycyjnych. Zapowiadana aukcja na częstotliwości z pasma C.
- **Z punktu widzenia rozwoju Polski oraz zapewnienia strategicznej odporności (resilience) działania dotyczące rozdysponowania częstotliwości powinny przyczynić się do realizacji celu publicznego, jakim jest powszechny dostęp do wysokiej jakości internetu.** UKE ma tu do dyspozycji szereg narzędzi regulacyjnych,



w tym w szczególności możliwość nalożenia obowiązków pokryciowych lub inwestycyjnych, czy też wymuszenie współpracy między operatorami. Bogate doświadczenia innych krajów (Szwecji, Włoch czy Niemiec) powinny być inspiracją dla procesów przygotowywanych w Polsce. W szczególności dotyczy to zbliżającej się aukcji na częstotliwości z pasma C. W ramach warunków koniecznych do spełnienia przez

zwycięzców aukcji powinny być wskazane konkretne parametry sieci (np. prędkość transmisji danych powyżej 100 Mbps), obszary (konkretne gminy i tereny gminne, współrzędne punktów kontrolnych, określone szlaki transportowe) i terminy realizacji. Wprowadzeniu jakichkolwiek obowiązków musi towarzyszyć monitorowanie ich realizacji, co dotychczas w Polsce nie miało miejsca.

# Bibliografia

- BEREC (2018), *BEREC report on practices on spectrum authorization, award procedures and coverage obligations with a view to considering their suitability to 5G*, BoR (18) 235.
- BNetzA (2015), *Decision of the President's Chamber of the Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen of 28 January 2015 on the order for and choice of proceedings and on the determinations and rules (award rules) and on the determinations and rules for conduct of the proceedings (auction rules) to award spectrum in the 700MHz, 900MHz and 1800MHz bands and additional spectrum in the 1452 to 1492MHz band for mobile/fixed communications networks (MFCN)*, [https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/FrequencyAward/PreviousDecisions/PreviousDecisions\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/FrequencyAward/PreviousDecisions/PreviousDecisions_node.html) [dostęp: 12.11.2021].
- CEPT (2015), *Mobile coverage obligations*, ECC Report 231, <https://docdb.cept.org/download/1204> [dostęp: 22.11.2021].
- Decyzja (2017) Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/899 z dnia 17 maja 2017 r. w sprawie wykorzystywania zakresu częstotliwości 470-790 MHz w Unii, Bruksela.
- Dyrektywa (2018) Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1972 z dnia 11 grudnia 2018 r. ustanawiająca Europejski kodeks łączności elektronicznej.
- European Commission (2016), *Review of the scope of Universal Service*, Brussels.
- European Commission (2021), *5G Observatory Quarterly Report 13. Up to October 2021*, European Union.
- GUS (2021), *Spółeczeństwo Informacyjne w Polsce w 2020 r.*, Warszawa.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (2016a), *Łączność dla konkurencyjnego jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego*, COM(2016) 587 final, Bruksela.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (2016b), *Sieć 5G dla Europy: plan działania*, COM(2016) 588 final, Bruksela.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (2021), *Cyfrowy kompas na 2030 r.: europejska droga w cyfrowej dekadzie*, COM(2021) 118 final, Bruksela.
- Martino, M. (2018), *Regulation and award of 5G pioneer bands in Italy*, Prezentacja wygłoszona podczas konferencji: ITU Forum "Towards 5G Enabled Gigabit Society", <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf> [dostęp: 12.11.2021].
- Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji (2014), *Narodowy Plan Szerokopasmowy*, Warszawa.
- Ofcom (2020), *Statement on the final regulations for the award of spectrum in the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz frequency bands*, dostępne na [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0021/205554/statement-final-regulations-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum-award.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/205554/statement-final-regulations-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum-award.pdf) [dostęp: 12.11.2021].

- Rada Ministrów (2020), *Narodowy Plan Szerokopasmowy*, Załącznik do uchwały nr 27/2020 Rady Ministrów z dnia 10 marca 2020 r., Warszawa.
- RSPG (2016), *RSPG Report on Efficient Awards and Efficient Use of Spectrum*, RSPG16-004 FINAL, Radio Spectrum Policy Group, Brussels.
- Święcicki, I. (2019) *Model wdrożenia i eksploatacji sieci 5G w Polsce. Uwarunkowania i problemy*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.
- UKE (2014), *Dokumentacja aukcyjna na 19 rezerwacji częstotliwości z zakresów 791-796 MHz oraz 832-837 MHz, 796-801 MHz oraz 837-842 MHz, 801-806 MHz oraz 842-847 MHz, 806-811 MHz oraz 847-852 MHz, 811-816 MHz oraz 852-857 MHz, 2500-2505 MHz oraz 2620-2625 MHz, 2505-2510 MHz oraz 2625-2630 MHz, 2510-2515 MHz oraz 2630-2635 MHz, 2515-2520 MHz oraz 2635-2640 MHz, 2520-2525 MHz oraz 2640-2645 MHz, 2525-2530 MHz oraz 2645-2650 MHz, 2530-2535 MHz oraz 2650-2655 MHz, 2535-2540 MHz oraz 2655-2660 MHz, 2540-2545 MHz oraz 2660-2665 MHz, 2545-2550 MHz oraz 2665-2670 MHz, 2550-2555 MHz oraz 2670-2675 MHz, 2555-2560 MHz oraz 2675-2680 MHz, 2560-2565 MHz oraz 2680-2685 MHz, 2565-2570 MHz oraz 2685-2690 MHz, każda na obszarze całego kraju, przeznaczona do świadczenia usług telekomunikacyjnych w służbie radiokomunikacyjnej ruchomej lub stałej*, Warszawa.
- UKE (2019), *Dokumentacja aukcyjna na cztery rezerwacje częstotliwości z pasma 3,6 GHz*, <https://bip.uke.gov.pl/konsultacje-i-wyniki-konsultacji/konsultacje-aukcji-na-cztery-rezerwacje-czestotliwosci-z-pasma-3-6-ghz,993.html> [dostęp: 12.11.2021].
- UKE (2021), *Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2020 r.*, Warszawa.
- (www1) <https://5gobservatory.eu/malta-assigns-mid-band-5g-spectrum/> [dostęp: 05.11.2021].
- (www2) <https://www.speedtest.pl/wiadomosci/rankingi/ranking-kwiecien-2021/> [dostęp: 12.11.2021].
- (www3) <https://www.speedtest.pl/wiadomosci/rankingi/internet-w-polsce-przyspieszyl-o-20-procent-ranking-1h-2021/> [dostęp: 12.11.2021].
- (www4) <https://docs.microsoft.com/en-us/microsoftteams/prepare-network> [dostęp: 12.11.2021].
- (www5) <https://www.orange.pl/poradnik/twoj-internet/predkosci-internetu-do-ogladania-filmow-i-telewizji-online-jaka-bedzie-wystarczajaco-dobra/> [dostęp: 12.11.2021].
- (www6) <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/polskie-5g-nabiera-ksztaltow> [dostęp: 12.11.2021].
- (www7) <https://www.telko.in/jak-ma-dzialac-polskie5g> [dostęp: 12.11.2021].
- (www8) [https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/MobileBroadbandProject2016/project2016\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/MobileBroadbandProject2016/project2016_node.html) [dostęp: 12.11.2021].
- (www9) <https://aethaconsulting.com/2018/12/14/the-swedish-700mhz-auction-why-such-a-high-price/> [dostęp: 12.11.2021].
- (www10) <https://5gobservatory.eu/completion-of-the-czech-5g-auction-in-the-700-mhz-and-3-4-3-6-ghz-spectrum-bands/> [dostęp: 12.11.2021].
- (www11) <https://developingtelecoms.com/telecom-technology/wireless-networks/11515-mexico-s-altan-redes-files-for-bankruptcy.html> [dostęp: 12.11.2021].

# Polski Instytut Ekonomiczny

Polski Instytut Ekonomiczny to publiczny *think tank* gospodarczy, którego historia sięga 1928 roku. Obszary badawcze Polskiego Instytutu Ekonomicznego to przede wszystkim handel zagraniczny, makroekonomia, energetyka i gospodarka cyfrowa oraz analizy strategiczne dotyczące kluczowych obszarów życia społecznego i publicznego Polski. Instytut zajmuje się dostarczaniem analiz i ekspertyz do realizacji Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, a także popularyzacją polskich badań naukowych z zakresu nauk ekonomicznych i społecznych w kraju oraz za granicą.