

# Raport

## Cyfrowa gospodarka? Kluczowa jest infrastruktura

Czy polska infrastruktura  
telekomunikacyjna,  
drogowa i kolejowa  
jest gotowa  
na najnowsze  
technologie?





<b>Executive Summary .....</b>	<b>1</b>
<b>Polska na telekomunikacyjnym tle Europy .....</b>	<b>4</b>
Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności .....	4
Lockdown sprawdził operatorów .....	5
Bez telekomunikacyjnej warstwy infrastruktury o prawdziwą transformację będzie trudno ..	6
Telekomunikacja w liczbach i procentach .....	7
Polska na tle unijnych statystyk .....	8
Zasięg terytorialny sieci 5G jest wyspami .....	10
Parametry sieci .....	12
Uzupełnianie zasięgu, poprawianie jakości .....	15
<b><i>Ramka: Nowe inwestycje infrastrukturalne – dlaczego to tyle trwa? .....</i></b>	<b>23</b>
<b>Infrastruktura drogowa oraz towarzysząca jej infrastruktura telekomunikacyjna w Polsce .....</b>	<b>21</b>
Drogi, inwestycje infrastrukturalne oraz zapewnienie łączności .....	23
<b>Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB .....</b>	<b>25</b>
Czas zasobem dużej wartości .....	28
Wartość straconych szans - praca zdalna w pociągu .....	29
FRMCS – Future Railway Mobile Communication System - Przyszły System Mobilnej Łączności Kolejowej .....	31
<b>Rozwój technologii telekomunikacyjnych .....</b>	<b>33</b>
Współdzielenie infrastruktury telekomunikacyjnej (Network Sharing) oraz Sieć jako Usługa (Network as a Service) .....	33
Model Network as a Service (NaaS) .....	36
<b>Podsumowanie i rekomendacje .....</b>	<b>39</b>
Po pierwsze – Wizja .....	40
Po drugie – Planowanie .....	41
Po trzecie – Współpraca .....	41
Po czwarte – Technologia i optymalizacja kosztów .....	42
<b>Wykaz skrótów .....</b>	<b>43</b>

# Jakość infrastruktury telekomunikacyjnej w Polsce poprawi się znacząco dzięki aukcji na częstotliwości pasma C



**Dostępność stacjonarnej i mobilnej infrastruktury telekomunikacyjnej w Polsce, pomimo dynamicznego rozwoju, nie jest jeszcze na poziomie charakterystycznym dla gospodarki wysoko rozwiniętej.** Od unijnej średniej odstajemy pod względem zasięgu sieci 5G. Ponadto w zdecydowanej większości krajów Unii Europejskiej przepływność mobilnego internetu szerokopasmowego jest wyższa niż w Polsce.

Białe plamy są szczególnie dotkliwe na niektórych odcinkach dróg krajowych oraz głównych szlakach kolejowych, gdzie brakuje nie tylko sygnału w standardzie 5G, ale nawet 4G. Wyzwanie to jest dodatkowo pogłębione przez problemy z taborem kolejowym, gdy wagony wytłumiają i tak słaby już miejscami sygnał sieci komórkowych. Czasami może okazać się, że nawet na odcinkach gdzie pokrycie zasięgiem wynosi niemal 100%, z punktu widzenia pasażera znajdującego się wewnątrz pociągu wskaźnik ten spada do poziomu 7-10% ze względu na silne tłumienie sygnału przez konstrukcję wagonu. Oddzielnym zagadnieniem jest brak dedykowanej infrastruktury, która pozwalałaby na zapewnienie pokrycia zasięgiem tuneli czy dworców. Przy braku odpowiedniej przepustowości dalszy rozwój transportu, logistyki i wielu innych branż zostanie w przyszłości ograniczony.

Rynek z dużym optymizmem spogląda więc na nadchodzącą aukcję 5G. W pierwszej kolejności pasma C-Band (konsultacje trwają od grudnia 2022 r.), a w kolejnym kroku – pasma 700 MHz, które może znacząco przyczynić się do pokrycia zasięgiem obszarów słabiej zaludnionych.

### **Infrastruktura telekomunikacyjna może dogonić rozwój infrastruktury drogowej...**

Wyzwania, jakie stoją przed Polską w zakresie infrastruktury telekomunikacyjnej, są istotne, szczególnie kiedy zestawia się je z inwestycjami w „twardą” infrastrukturę drogową i kolejową. Od wejścia Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. nastąpił jej bardzo szybki rozwój. Na koniec 2022 r. kierowcy mieli do dyspozycji 4887 km dróg szybkiego ruchu, w tym 1800 km autostrad i 3087 km dróg ekspresowych. W realizacji są kolejne odcinki dróg krajowych o łącznej długości 1326 km.

Niestety, cykl przygotowania i budowy inwestycji infrastrukturalnych, wynoszący co najmniej 9-10 lat, nie nadąża za dynamicznymi zmianami w telekomunikacji i gospodarce cyfrowej.

W efekcie, mimo relatywnie dobrego stanu infrastruktury drogowej, jej potencjał nie jest w pełni wykorzystywany do rozwoju gospodarki cyfrowej.

Przyspieszenie cyfrowego rozwoju systemu transportowego stanowi kluczową część przyjętej w grudniu 2020 r. europejskiej Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności. Zgodnie z tym dokumentem, do 2030 r. zautomatyzowana mobilność ma być wdrożona w UE na dużą skalę. Cel ten będzie wymagać zwiększenia przepustowości sieci do przesyłu danych wzdłuż głównych szlaków drogowych i kolejowych.

**Kraje członkowskie, w tym Polska, będą musiały wdrożyć odpowiednie ułatwienia legislacyjne oraz stworzyć warunki do zwiększenia inwestycji w sieci bezprzewodowe, aby zapewnić najwyższy poziom i odpowiednią wydajność infrastruktury cyfrowej, zwłaszcza w technologii 5G.**

Ogólna dobra jakość usług telekomunikacyjnych, wykazywana również w testach<sup>1</sup>, nie powinna przysłaniać możliwości pokrycia sygnałem najważniejszych szlaków komunikacyjnych. Dla użytkowników znaczenie ma płynność i zasięg uzyskiwany na konkretnych odcinkach czy trasach. Polska ma potencjał, aby dobrą infrastrukturę telekomunikacyjną, drogową i kolejową przekształcić w bardzo dobrą, a nawet na poziomie czołówki światowej, co wesprze rozwój ekonomiczno-społeczny kraju...

### **i wyprzedzi rozwój infrastruktury kolejowej**

W przeciwieństwie do rozwoju infrastruktury drogowej, sieć kolejowa po 1989 r. drastycznie się skurczyła, a po wstąpieniu do UE władze skoncentrowały się na modernizacji głównych linii. Wybudowane zostało niecałe 50 km linii kolejowych. Nowe odcinki są dopiero planowane, głównie w ramach budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (blisko 2000 km nowych linii).

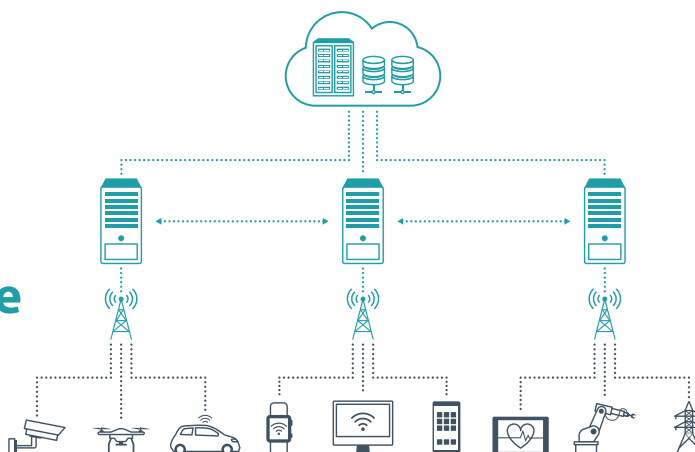
Tymczasem rozwój oparty na cyfrowych zasobach ma duże znaczenie w przypadku kolei. Upowszechnienie pracy zdalnej przyspieszyło w wyniku pandemii. O ile w 2007 r. w usługach pracowało 8 mln, to w 2021 r. sektor ten przekroczył poziom 10 mln zatrudnionych. Liczba pracujących w gałęziach gospodarki o dużym potencjale zastosowania pracy zdalnej w 2023 r. przekroczy 2,5 mln osób, a w kolejnych latach będzie rosła. Samą wartość pracy zdalnej w pociągach dalekobieżnych wśród pasażerów biznesowych można oszacować ostrożnie na ok 1-2 mld zł rocznie, ale pod warunkiem niezakłóconego dostępu do połączeń dobrej jakości.

Wraz z planowanym wdrożeniem technologii FRMCS pojawi się również możliwość wykorzystania już istniejącej i planowanej warstwy pasywnej infrastruktury telekomunikacyjnej dla uzupełnienia białych plam w zakresie sygnału na potrzeby systemów łączności kolejowej. Zwłaszcza mając na uwadze, że UKE oczekuje od operatorów biorących udział w planowanej aukcji na pasmo C-Band pokrycia sygnałem 109 wskazanych przez regulatora odcinków linii kolejowych, a także odcinków włączonych już po rozstrzygnięciu aukcji do transeuropejskiej sieci TEN-T.

---

<sup>1)</sup> np. Badanie porównawcze jakości usług telekomunikacyjnych w sieciach ruchomych na głównych trasach kolejowych w Polsce, UKE, grudzień 2016.

### Te ogromne inwestycje mogą ułatwić takie rozwiązania jak współdzielenie sieci oraz Network as a Service



Rosnąca konsumpcja danych i znaczenie technologii telekomunikacyjnych pociągają za sobą konieczność ciągłego zwiększenia nakładów na towarzyszącą infrastrukturę, która pozwoli na obsługiwanie coraz większych transferów danych. Z tego względu główni gracze na rynku, zarówno prywatni operatorzy, jak i instytucje państwowe (np. w sektorze transportowym) szukają rozwiązań, które pozwolą zoptymalizować koszt takiej infrastruktury.

Do rozwiązań takich należy oczywiście przede wszystkim współdzielenie infrastruktury – zarówno warstwy pasywnej (maszty, wieże), jak i emisyjnej (sprzęt nadawczy) i transmisyjnej (światłowody, radiolinie). W tym kierunku idą operatorzy telekomunikacyjni w Polsce, jak P4 i Polkomtel, którzy sprzedali swoją infrastrukturę Cellnexowi.

Coraz popularniejszy jest też model Network as a Service, w którym operator telekomunikacyjny lub zarządca infrastruktury nie ponosi kosztów budowy nowych obiektów czy też modernizacji już istniejących, a jednocześnie może zapewnić najnowszy standard usług telekomunikacyjnych. Sieć oferowana jest jako usługa przez wyspecjalizowanego operatora infrastrukturalnego.

Szybkie przejście z gospodarki przemysłowej i usługowej do rozwoju napędzanego cyfrowo następuje poprzez połączenie nowoczesnej infrastruktury fizycznej (drogi, koleje, w tym koleje dużych prędkości, lotniska, w tym np. CPK) z najnowszymi rozwiązaniami cyfrowymi. Polska wydaje ponad 7 proc. PKB na inwestycje w infrastrukturę, co stanowi drugi najlepszy wynik w Europie po Finlandii. To wyróżnia polską gospodarkę w skali europejskiej i należy wykorzystać ten atut, łącząc fizyczną infrastrukturę z najnowszymi rozwiązaniami telekomunikacyjnymi.

Nietrudno zauważyć, że gdy w planach są wielkie inwestycje zarówno po stronie rynku prywatnego (wynikające między innymi z zobowiązań w ramach planowanej aukcji C-Band), jak i sektora publicznego (np. w zakresie systemu FRMCS dla kolei), efektywne współdzielenie infrastruktury staje się nie tylko użytecznym sposobem optymalizacji kosztów, ale być może nawet koniecznością.

W tym kontekście model Network as a Service może zadziałać nie tylko w skali ogólnokrajowej, ale również dla konkretnych projektów inwestycyjnych – np. w celu zaoferowania najwyższej jakości rozwiązań dla centrów logistycznych, portów, dworców kolejowych, czy choćby wchodzącego w nową fazę projektu Centralnego Portu Komunikacyjnego.

---

# Polska na telekomunikacyjnym tle Europy

## Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności

W grudniu 2020 r. Komisja Europejska przedstawiła Strategię na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności. Realizacja planu przedstawionego w kompleksowym dokumencie ma przybliżyć Unię Europejską do celu osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. Dostosowanie unijnego sektora transportu do wymogów czystej, cyfrowej i nowoczesnej gospodarki zostało rozpisane na plan działania zawierający 82 konkretne inicjatywy. Część z nich dotyczy przyspieszenia cyfrowego rozwoju systemu transportowego<sup>2</sup>. Według dokumentu „UE musi w pełni korzystać z inteligentnych rozwiązań cyfrowych i inteligentnych systemów transportowych (ITS)”, jak również „wykorzystać możliwości wynikające z opartej na sieci, kooperatywnej i zautomatyzowanej mobilności”. Zdaniem Komisji pozwoli to zaoszczędzić czas i zwiększyć bezpieczeństwo. Aby stworzyć inteligentny system transportu, kraje Unii powinny efektywnie wykorzystywać zdolności przepustowe oraz zarządzanie ruchem. Obie te kwestie są ściśle związane z możliwościami, jakie daje nowoczesna telekomunikacja, stanowiąca cyfrową warstwę fizycznej infrastruktury transportowej. Do 2030 r. zautomatyzowana mobilność ma być wdrożona w UE na dużą skalę.

Jednocześnie KE planuje, aby do 2030 r. multimodalny przewóz osób został ułatwiony dzięki zintegrowanej sprzedaży biletów elektronicznych oraz wyeliminowaniu dokumentów drukowanych w transporcie towarowym (np. listów przewozowych). Cele te będą wymagać zwiększenia przepustowości sieci do przesyłu danych wzdłuż głównych szlaków drogowych i kolejowych.

W ramach zawartej w dokumencie Inicjatywy przewodniej nr 6 – urzeczywistnienie opartej na sieci i zautomatyzowanej multimodalnej mobilności – KE proponuje „aktualizację technicznych specyfikacji interoperacyjności (TSI) z myślą o uwzględnieniu nowych technologii, takich jak sieć 5G i dane satelitarne, oraz zapewnieniu łatwej do modernizacji, wspólnej architektury systemu”. Istotnym elementem cyfrowego systemu transportu jest również kolej. Wprowadzenie europejskiego systemu zarządzania ruchem kolejowym (ERTMS) to jeden z priorytetów KE<sup>3</sup>. Komisja podkreśla, że należy proaktywnie kształtować unijną mobilność poprzez rozwój i zatwierdzanie nowych technologii oraz usług, co stanowi warunek niezbędny do utrzymania przewagi konkurencyjnej Wspólnoty. W ślad za tym „UE zapewni (...) korzystne warunki dla rozwoju nowych technologii i usług oraz wszelkie narzędzia legislacyjne niezbędne do ich zatwierdzania”. Jednocześnie KE zwraca uwagę, że kraje członkowskie muszą zapewnić najwyższy poziom i odpowiednią wydajność infrastruktury cyfrowej, zwłaszcza za pośrednictwem sieci 5G.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup>) [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0013.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_1&format=PDF)

<sup>3</sup>) Ibidem, s. 19.

<sup>4</sup>) Ibidem, s. 18.



### Lockdown sprawdził operatorów

Publikacja strategii zbiegła się z pierwszą rocznicą wybuchu pandemii COVID-19. Związany z nią lockdown był swoistym testem jakości infrastruktury telekomunikacyjnej. Według danych Nokii<sup>5</sup>, czołowego światowego dostawcy sprzętu telekomunikacyjnego, w pierwszym tygodniu lockdownu ruch w sieciach wzrósł na świecie o 30-50 proc. w porównaniu z ruchem z okresu przed pandemią. Po miesiącu wymiana ruchu pomiędzy sieciami (peering - ang.) była o ponad 100 proc. wyższa niż w okresie przedpandemicznym. Po sześciu miesiącach ruch w sieciach ustabilizował się na poziomie o 20-30 proc. wyższym niż przed pandemią.

Za wzrostem stała praca zdalna i związane z nią wideopołączenia, nauczanie na odległość, a także większe zainteresowanie cyfrową rozrywką, w tym przede wszystkim streamingiem wideo i audio oraz gramami online.

Na poziomie sieci transportowych i w Polsce, i w krajach Europejskiego Obszaru Gospodarczego, jak również w Szwajcarii i Wielkiej Brytanii nie było większych kłopotów z obsłużeniem dodatkowego, nieplanowanego ruchu. Problemy – jeśli występowały – dotyczyły głównie tzw. ostatniej mili, czyli odcinka sieci docierającego bezpośrednio do klienta. Użytkownicy końcowi zgłaszali kłopoty z połączeniami wideo czy streamingiem. Dotyczyło to zwłaszcza – ale nie wyłącznie – sieci mobilnych, których pojemność miejscami – głównie w mniejszych miastach i na wsiach, gdzie nie ma szerokopasmowego internetu stacjonarnego - okazywała się zbyt mała.

Takie same problemy z pojemnością pojawiały się przed i pojawiają się po lockdownie, np. w czasie zgromadzeń publicznych, dużych imprez sportowych lub koncertów, gdy wiele osób jednocześnie stara się rozmawiać przez telefon lub uzyskać mobilny dostęp do internetu, by np. przesłać nagrany film do sieci społecznościowych<sup>6</sup>.

Gdy wydarzenie jest zapowiedziane, operatorzy, zwiększając pojemność sieci na danym obszarze, starają się sprostać oczekiwanemu wzrostowi ruchu. Uruchamiają w tym celu dodatkowe przenośne stacje bazowe i/lub czasowo zmieniają konfigurację istniejącej sieci mobilnej<sup>7</sup>. W przypadku obiektów sportowych spodziewane problemy z ponadprzeciętnym zapotrzebowaniem na usługi mobilne często są rozwiązywane już na etapie projektowania nowego obiektu, a także przebudowy lub modernizacji już istniejącego stadionu czy hali sportowej.<sup>8</sup>

<sup>5</sup>) <https://onestore.nokia.com/asset/212476>

<sup>6</sup>) <https://biuroprasowe.orange.pl/blog/jak-korzystaliscie-z-sieci-podczas-opener-festival-powered-by-orange/>

<sup>7</sup>) <https://twitter.com/RzecznikOrange/status/1542045529009537024>

<sup>8</sup>) <https://gsmonline.pl/artykuly/ptc-powiekszyła-pojemności-sieci-na-kilkuset-stacjach-bazowych>  
<https://media.ericsson.pl/aktualności/pr/302281/nowa-platforma-uslugowa-na-stadionie-legii-warszawa>  
<https://media.ericsson.pl/aktualności/pr/451538/siec-4g-i-specjalne-strefy-5g-na-stadionie-legii-ericsson-play-i-legia>



### Bez telekomunikacyjnej warstwy infrastruktury o prawdziwą transformację będzie trudno

W świetle powyższych wyzwań, a także mając na uwadze szerszą strategię polityki europejskiej, nie ulega wątpliwości, że rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej będzie w najbliższych latach jednym z głównych wyzwań w stymulowaniu dalszego rozwoju gospodarki, obok inwestycji w takich sektorach jak nowoczesny transport czy energetyka odnawialna. Niestety, w rzeczywistości bardzo często wielkie projekty inwestycyjne w sferze transportu czy energetyki nie idą wcale w parze z inwestycjami w warstwę telekomunikacyjną.

Dzieje się tak między innymi dlatego, że infrastruktura telekomunikacyjna rzadko jest uwzględniana już na etapie projektowania i budowy obiektów infrastrukturalnych. Dotyczy to między innymi obiektów tunelowych. Przykładem jest liczący ok. 2 355 m tunel w ciągu Południowej Obwodnicy Warszawy. W chwili oddania go do użytku w grudniu 2021 r. nie było w nim zasięgu sieci komórkowych, choć ich operatorzy przez kilka lat starali się o umożliwienie im inwestycji. Brak zasięgu sieci to nie tylko kłopot z rozmowami czy dostępem do internetu, ale także z możliwością połączenia z numerami alarmowymi<sup>11</sup>. Dopiero w ostatnim czasie, na długo po oddaniu tunelu do użytku, poczynione zostały niezbędne inwestycje<sup>12</sup>.

Przez długi czas zasięgu sieci komórkowych nie było też w tunelach pierwszej linii warszawskiego metra (M1). Rozmawiać można było tylko na stacjach. Pierwszym, który w 2011 r. objął zasięgiem całą linię M1, było P4, operator sieci Play<sup>13</sup>. Pozostali operatorzy całą linię zasięgiem objęli dopiero w lutym 2016 r.<sup>14</sup> Zmiana podejścia miała miejsce w przypadku linii M2, gdzie już od chwili uruchomienia kolejnych odcinków na trasie jest zasięg sieci komórkowych, ale jest to na razie jeden z niewielu chlubnych wyjątków.

To, co dobrze widoczne w przypadku zamkniętych przestrzeni (takich, jak stacje metra czy tunele drogowe i kolejowe) jest również problemem w przypadku naziemnych szlaków kolejowych i drogowych. W tym przypadku skala zjawiska jest dużo trudniejsza do zbadania. Wzdłuż istniejących lub nowo budowanych szlaków transportowych występują nierzadko białe plamy w pokryciu zasięgiem. Ponadto, nawet tam, gdzie pozornie sygnał sieci komórkowych jest na przyzwoitym poziomie, może się okazać, że gdy użytkownik zechce skorzystać z usługi wewnątrz pociągu, okaże się to niemożliwe, ze względu na dodatkowe tłumienie sygnału przez konstrukcję wagonu.

---

<sup>11</sup>) <https://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,27149691,najdluzszy-tunel-w-polsce-pozza-zasiegiem-telefonii-komorkowej.html>

<sup>12</sup>) [https://twitter.com/GDDKiA\\_Warszawa/status/1552028570876256257](https://twitter.com/GDDKiA_Warszawa/status/1552028570876256257)

<sup>13</sup>) <https://blogplay.pl/2011/01/zasieg-play-pod-ziemia2/>

<sup>14</sup>) <https://gsmonline.pl/artykuly/zasieg-w-metrze-1>

## Polska na telekomunikacyjnym tle Europy

---

Zasadniczym wyzwaniem w tym wypadku jest to, że w celu zapewnienia wysokiej jakości usług telekomunikacyjnych wzdłuż głównych szlaków kolejowych i drogowych konieczne są nie tylko inwestycje w infrastrukturę telekomunikacyjną, ale również wysiłki przewoźników i operatorów infrastruktury transportowej, np. w zakresie modernizacji i adaptacji taboru, czy też zaplanowania odpowiednich rozwiązań na stacjach i w tunelach.

Dobrym przykładem takiego rozwiązania są coraz częściej stosowane w biurach czy obiektach handlowych wewnątrzbudynkowe systemy anten rozproszonych, czyli DAS (skrót od ang. *distributed antenna system*). Systemy te pozwalają na zapewnienie zasięgu we wszystkich zakątkach budynku.

Dotyczy to w szczególności części biurów, obiektów handlowych czy użyteczności publicznej, w których sieci komórkowe nie mają zasięgu wewnątrz pomieszczeń albo jest on tylko w niektórych miejscach (np. na niższych piętrach, w pobliżu okien). Wynika to z konstrukcji tych obiektów, która skutecznie izoluje sygnał zewnętrznych stacji bazowych. Zdarza się, że to użytkownicy i najemcy przestrzeni biurowych wymuszają na administratorze budynku instalację systemów typu DAS, jeśli nie zostało to zrealizowane na etapie budowy.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że zgodnie z nowelizacją rozporządzenia w sprawie warunków technicznych budynków (Dz.U. z 2009 r., nr 56, poz. 461) już od 2009 r.<sup>15</sup> budynki mieszkalne wielorodzinne oraz budynki użyteczności publicznej „powinny być wyposażone w instalację telekomunikacyjną”. Dotychczas jednak priorytetem była przede wszystkim infrastruktura kablowa, a dostęp do wysokiej jakości sygnału sieci komórkowych nie był traktowany jako konieczność w nowych inwestycjach.

## Telekomunikacja w liczbach i procentach

Podawany w procentach zasięg to jeden z ilościowych wskaźników jakości i dostępności sieci i usług telekomunikacyjnych. Inne to liczba łączy szerokopasmowych, liczba światłowodowych łączy dostępowych, a także liczba stacjonarnych łączy o przepływności nie mniejszej niż 100 Mb/s oraz 1 Gb/s.

W przypadku sieci komórkowych zasięg najczęściej podawany jest jako procent mieszkańców kraju, którzy w miejscu zamieszkania mogą korzystać z technologii mobilnych. Rzadziej ogłaszany jest zasięg terytorialny, który w ujęciu procentowym jest niższy, a jednocześnie lepiej oddaje rzeczywistą sytuację. Podawana jest również dostępność usług w technologiach potencjalnie umożliwiających szybką transmisję danych, a więc 4G/LTE i 5G - zarówno w skali ogólnokrajowej, jak i na terenach wiejskich i słabo zaludnionych. W praktyce zasięg na poziomie 99 proc. mieszkańców kraju takiego jak Polska oznacza, że na kilku procentach terytorium kraju usługi są niedostępne. Polski regulator – Urząd Komunikacji Elektronicznej nie podaje danych geograficznych w dorocznych raportach.

---

<sup>15)</sup> <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20090560461/O/D20090461.pdf>

Dane takie podaje za to Ofcom, brytyjski regulator zajmujący się także rynkiem telekomunikacyjnym. W maju 2022 r. niemal 100 proc. gospodarstw domowych w Zjednoczonym Królestwie było w zasięgu sieci 4G. Geograficzne, czyli terytorialne, pokrycie siecią 4G jakiegokolwiek operatora wynosiło wówczas 92 proc., zaś 4 proc. długości dróg w Wielkiej Brytanii było poza zasięgiem jakiegokolwiek sieci LTE. Wynika z tego, że nawet dotarcie z sygnałem do wszystkich gospodarstw nie wystarczy do pokrycia całej długości szlaków komunikacyjnych, gdzie ciągłość sygnału jest istotna chociażby ze względów bezpieczeństwa.

### Polska na tle unijnych statystyk

Z danych Eurostatu wynika, że w 2021 r. dostęp do szerokopasmowego internetu – stacjonarnego czy mobilnego – miało 92 proc. gospodarstw domowych w Polsce. Średnia w 27 krajach Unii to 90 proc. Wynik na tzw. pierwszy rzut oka pozytywny, który natychmiast rodzi pytania: ile w tym łączy pozwalających na przynajmniej 100 Mb/s przepływności i ile to wyłącznie łączy mobilne?

Według opublikowanych danych Komisji Europejskiej, Polska była – obok Finlandii, Włoch i Estonii - wśród czterech krajów Unii, w których odsetek gospodarstw domowych korzystających tylko z internetu mobilnego był najwyższy. W Polsce wyłącznie z mobilnego dostępu korzystało ponad 20 proc. domostw.

Według danych opublikowanych przez Komisję w Indeksie gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (Digital Economy and Society Index 2022 (DESI) 82 proc. gospodarstw domowych w krajach UE jest w zasięgu stacjonarnych łączy o przepływności minimum 100 Mb/s, w Polsce ten odsetek wynosi 69 proc. Pokazuje to skalę potencjalnych inwestycji, jakie są konieczne, by wszystkie gospodarstwa domowe w Polsce miały szansę na nowoczesny internet. Na razie owej szansy nie ma dużo ponad 3 mln domostw.

Dystans pomiędzy ujęciem terytorialnym a ludnościowym jeszcze lepiej widać w przypadku sieci komórkowych. W raporcie za I półrocze 2022 r. Grupa Cyfrowy Polsat, która jest właścicielem spółki Polkomtel (właścicielem wież i infrastruktury aktywnej jest Cellnex Poland), informuje, że w zasięgu sieci 5G jest ponad 19 mln Polaków, czyli połowa mieszkańców kraju. Jednocześnie spółka podaje, że usługi 5G dostępne są w ponad 800 miastach i miejscowościach. Rzeczywisty terytorialny zasięg sieci 5G grupy widać na zamieszczonej na str. 9 mapie zasięgu.

---

16) [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0014/245003/connected-nations-Autumn-Update-2022.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0014/245003/connected-nations-Autumn-Update-2022.pdf)

17) <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tin00073/default/table?lang=en>

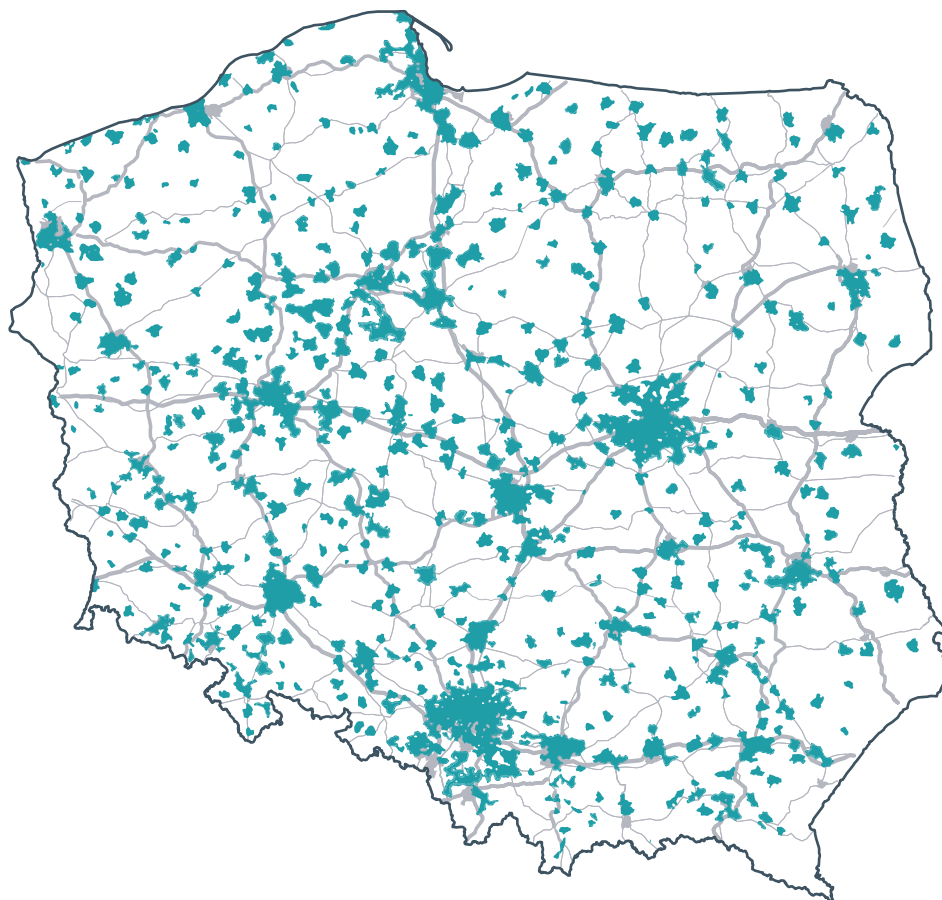
18) <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80563>

19) <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88764>

20) [https://grupapolsatplus.pl/sites/default/files/documents/2021/gpp\\_1h\\_2022\\_pl.pdf](https://grupapolsatplus.pl/sites/default/files/documents/2021/gpp_1h_2022_pl.pdf)

### Mapa zasięgu

- 5G
- pozostały

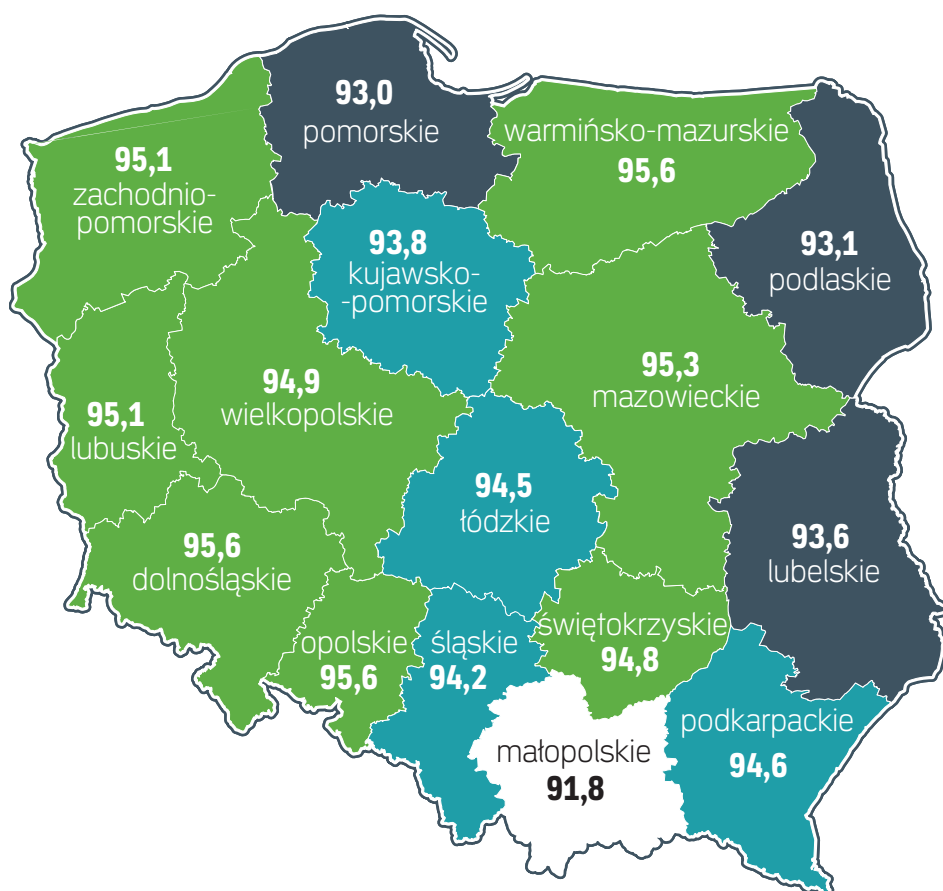


Źródło: <https://www.plus.pl/mapa-zasiegu>

Sytuacja ta ulegnie zapewne znaczącej zmianie w momencie przydziału częstotliwości z pionierskich pasm 5G C-Band (gdzie pod koniec 2022 r. rozpoczęto konsultacje projektu aukcji). Dzięki temu operatorzy będą mogli wykorzystać wreszcie pionierskie częstotliwości 5G, a nie tylko wcześniej rozdzielone częstotliwości tak, jak to robią obecnie, aby oferować usługi oparte na 5G. Rynek oczekuje również aukcji na pasmo 700 MHz, którą UKE zapowiadał w następnej kolejności. To pasmo dzięki możliwości pokrycia znacznych obszarów, a nie tylko gęsto zaludnionych, może wesprzeć pokrycie szlaków komunikacyjnych.

Według danych unijnych zawartych w DESI, w zasięgu wszystkich sieci działających w Polsce w połowie 2021 r. w technologii LTE – potencjalnie pozwalających na mobilną transmisję danych z wysoką przepływnością – było 99,9 proc. gospodarstw domowych (średnia unijna - 99,8 proc.), a średni zasięg polskiej sieci LTE to 99,5 proc. (unijnej - 97,5 proc.). Zasięg na terenach wiejskich w Polsce jest taki sam, jak w całym kraju, podczas gdy średnia unijna to 99,6 proc.

Według danych UKE zawartych w raporcie o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2021 roku, pokrycie budynkowe sieci LTE wynosiło od 91,8 proc. w województwie małopolskim do 96,5 proc. w województwach dolnośląskim, opolskim i warmińsko-mazurskim.



**Procentowe pokrycie budynków zasięgiem w technologii LTE**

Źródło: Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2021 r.

W przypadku sieci 5G DESI podaje zasięg jako odsetek obszarów zaludnionych pokrytych sygnałem. W Polsce wynosi on 34 proc. a w Europie jest dużo wyższy i wynosi 66 proc.\* Powodem jest m.in. to, że Polska jest jednym z tych krajów Unii, w których nie rozdysponowano nadal żadnego z przeznaczonych dla sieci piątej generacji tzw. pasm pionierskich (700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz). Sieci 5G działają z wykorzystaniem części zakresów wykorzystywanych wcześniej przez starsze technologie. Trzej operatorzy – Orange, P4 i T-Mobile – przeznaczyci na ten cel wykorzystywany do tej pory przez sieci 3G i 4G zakres 2100 MHz, zaś Polkomtel pasmo 2600 MHz, które teoretycznie przeznaczone było dla sieci 4G.

### Zasięg terytorialny sieci 5G jest wyspowy

To jak wyglądają rzeczywiste, czyli terytorialne zasięgi w miastach i na szlakach komunikacyjnych, dobrze oddają mapy publikowane przez francuską firmę nPerf<sup>21</sup> na podstawie danych zebranych od użytkowników oferowanej przez firmę aplikacji do pomiaru parametrów jakości sieci.

<sup>21)</sup> <https://www.nperf.com/pl/map/PL/-/-/signal/>

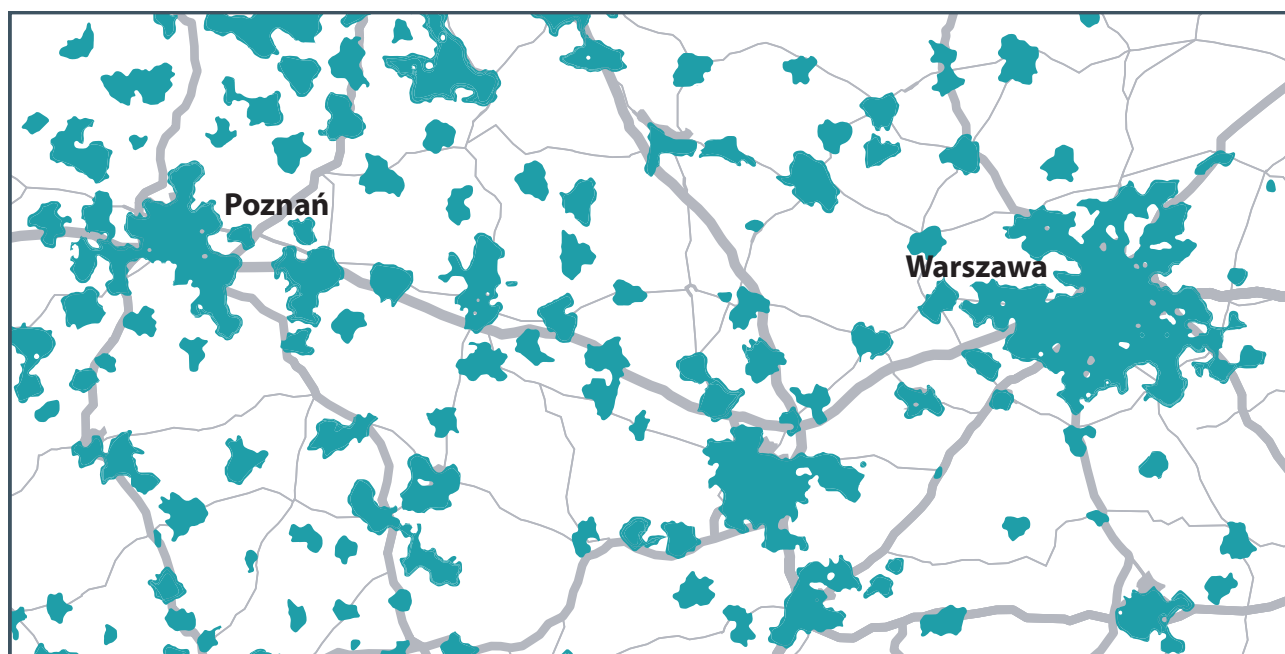
\* DESI wykorzystuje nietypowy wskaźnik pokrycia sygnałem 5G terenów zamieszkałych, który pozwala porównać zasięg 5G niezależnie od takich czynników jak pasmo, wykorzystywane urządzenia, warunki środowiskowe, liczba użytkowników czy pojemność sieci

## Polska na telekomunikacyjnym tle Europy

Warto zwrócić uwagę, że dane zbierane poprzez aplikacje zainstalowane na urządzeniach mobilnych mogą podlegać pewnym zniekształceniom i nieścisłościom. Wynika to np. ze zbyt małej liczby użytkowników danego operatora w danym regionie. Innym problemem jest to, że słaby sygnał w pociągach pasażerskich wynika nie tylko ze złej jakości sieci mobilnej wzdłuż szlaków kolejowych, lecz również z tłumienia sygnału przez elementy konstrukcyjne wagonów.

Z danych nPerf wynika, że po prawie trzech latach od uruchomienia pierwszych stacji bazowych 5G w Polsce pokrycie autostrady A2 między Warszawą i Poznaniem sygnałem sieci piątej generacji jakiegokolwiek operatora jest szczątkowe.

Między Warszawą a Poznaniem na autostradzie A2 trudno o zasięg 5G jakiegokolwiek operatora



Źródło: <https://www.nperf.com/pl/map/5g>

Na podstawie map nPerf można wskazać wiele innych przykładów braków w zasięgu sieci, np.:

- u Operatora 1 są odcinki dróg pozbawione jakiegokolwiek zasięgu (np. w województwie warmińsko-mazurskim w okolicach Ornety, w województwie małopolskim w okolicy Korzennej czy w okolicy Lublina), albo takie, gdzie jest tylko 2G (np. okolice Rawy Mazowieckiej);
- zasięgu Operatora 2 brakuje m.in. w województwie warmińsko-mazurskim na drodze z Dobrego Miasta do Braniewa, zaś w województwie mazowieckim na drodze z Siedlec przez Sokołów Podlaski do Łochowa;
- zasięgu Operatora 3 nie ma m.in. na drodze Kwidzyn – Prabuty w województwie pomorskim;
- zasięgu Operatora 4 nie ma m.in. w województwie świętokrzyskim na odcinku drogi 74 od Opatowa do skrzyżowania z drogą 777, które znajduje się w okolicach mostu na Wiśle w Annopolu, a także na dużych fragmentach drogi ze Starej Słupi do Opatowa.

### Parametry sieci

W przypadku danych jakościowych głównym, podawanym w publikacjach, wskaźnikiem jest średnia lub mediana przepływności łączy do użytkownika. To na jego podstawie ustalane są okresowo publikowane rankingi.

Na wiarygodność rankingów wpływa zachowanie klientów robiących pomiary. Zazwyczaj aplikację mierzącą przepływność włączają, gdy ich zdaniem łącze działa zbyt wolno albo gdy łącze stacjonarne zmienili na szybsze, a w przypadku łącza mobilnego zyskali możliwość używania technologii potencjalnie oferującej większe przepływności. Część pomiarów wykonywana jest „dla towarzystwa”, to znaczy w sytuacji, gdy ktoś ze znajomych ma kłopoty z łączem i pyta, czy i inni je mają.

W przypadku łączy stacjonarnych nie bez wpływu na wyniki jest konstrukcja cenowa ofert operatorów. Zdarza się bowiem, że uznawane za referencyjne w przekazie marketingowym łącza o bardzo wysokich przepływnościach oferowane są w cenach znacząco wyższych niż pozostałe. Cena ma oczywisty wpływ na decyzje zakupowe wielu konsumentów.

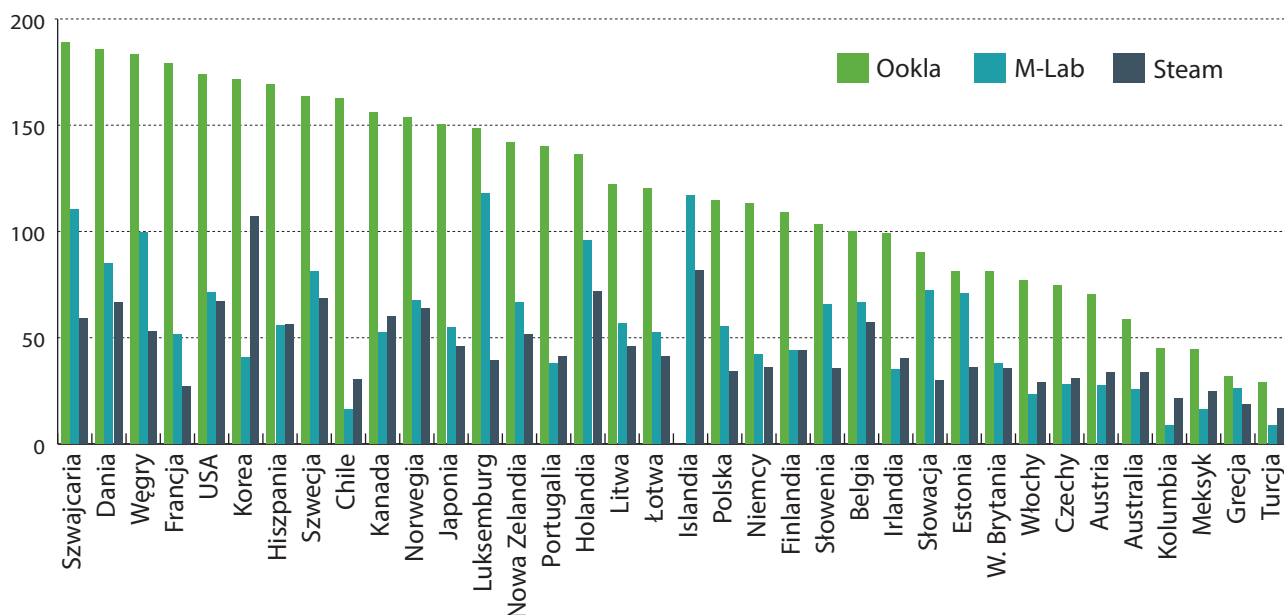
Jak zauważono w raporcie „Broadband Networks of the Future”<sup>22</sup>, opublikowanym w lipcu 2022 r. przez OECD, „opracowanie wskaźników dotyczących wydajności sieci szerokopasmowych stało się bardziej istotne niż kiedykolwiek”. W ocenie autorów raportu, wskaźniki takie jak prędkość wysyłania danych, opóźnienia i niezawodność stają się kluczowe, bo zapewnienie użytkownikom przejrzystości jakości sieci przynosi im wymierne korzyści i nadaje nowy wymiar konkurencji między operatorami w staraniach o pozyskanie i utrzymanie klientów.

Autorzy raportu OECD zwracają uwagę, że powszechnie dostępne dane o przepływności podawane przez takie źródła jak Ookla, M-Lab, Steam, SpeedChecker czy Opensignal znacząco się od siebie różnią, co wynika z przyjętych metod pomiaru.

---

<sup>22)</sup> <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/755e2d0c-en.pdf>

### Średnia prędkość pobierania stałych łączy szerokopasmowych w latach 2020–2021



Źródło: <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

Należy pamiętać, że sama przepływność do użytkownika nie oddaje pełnego obrazu jakości łącza. Istotne są też inne parametry, takie jak przepływność od użytkownika, która istotna jest przy wysyłaniu dużych plików, a także np. podczas korzystania z aplikacji do wideokonferencji takich jak Zoom, Microsoft Teams, czy Cisco WebEx. Z kolei długość opóźnienia określa, jaki czas upływa pomiędzy wysłaniem pakietu przez nadawcę a jego dotarciem do odbiorcy. Wpływają na nie zarówno parametry transmisji, jak np. wielkość pakietu, obciążenie łącza i routerów, odległość, zastosowany protokół transmisji, jak również typ łącza (para miedziana, światłowodowy, bezprzewodowy lub satelitarny). O jakości połączenia mówi także wskaźnik jitter oraz wskaźnik liczby utraconych pakietów<sup>23</sup>.

W odczycie z lipca 2022 r. polski internet mobilny w rankingu Ookla pod względem przepływności był na 49. pozycji na świecie i 27. w Europie, a stacjonarny odpowiednio 33. i 15. Mediana przepływności stanowiąca podstawę rankingu dla polskich sieci wynosiła odpowiednio 36,9 Mb/s i 89,9 Mb/s. Najszybszy internet mobilny w Europie w lipcu był w Norwegii (99,4 Mb/s), a stacjonarny w Danii (150,2 Mb/s).

Spośród największych krajów Europy Zachodniej szybszy internet mobilny niż w Polsce był we Francji (56,8 Mb/s), Niemczech (53,3 Mb/s), Wielkiej Brytanii (43,7 Mb/s) i Włoszech (38,4 Mb/s), a stacjonarny w Rumunii (124,2 Mb/s), Hiszpanii (121,5 Mb/s) i Francji (100,2 Mb/s). W każdym z trzech największych krajów Europy, które w lipcowym rankingu łączy stacjonarnych znalazły się wyżej niż Polska, przepływność od klienta jest znacząco wyższa niż u nas. Świadczy to o tym, że znacznie częściej niż w Polsce są tam wykorzystywane przez klientów zapewniające większy komfort używania łącza symetryczne i/lub asymetryczne łącza gigabitowe.

<sup>23</sup>) <https://www.hurt-orange.pl/2021/06/jitter-opoznienie-utrata-pakietow-parametry-transmisji-danych-o-ktorych-warto-pamietac/>



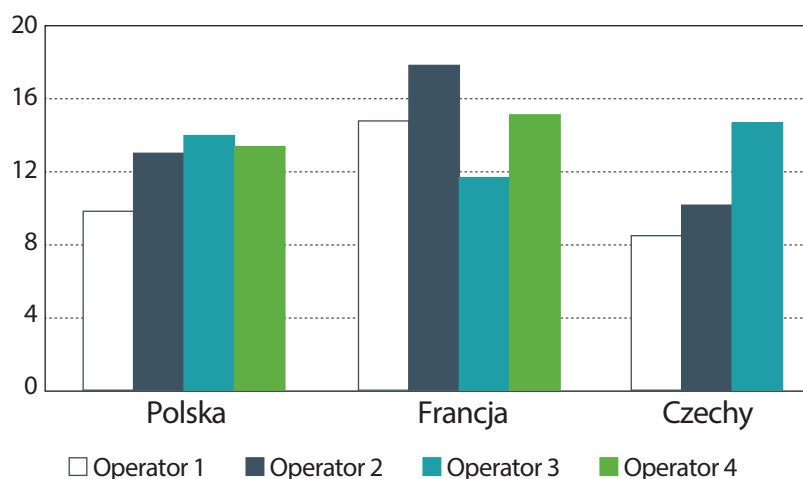
Opóźnienia, których mediana wynosiła w polskich sieciach mobilnych 28 ms, a w stacjonarnych 10 ms, nie odbiegały rażąco od tych, które wyliczono dla „szybszych” krajów. W norweskich sieciach mobilnych mediana wynosiła 28 ms, a w duńskich stacjonarnych - 8 ms. W największych krajach o wyższej medianie przepływności w sieciach mobilnych opóźnienia wynosiły od 29 ms (Niemcy) do 37 ms (Włochy). Posiadające „szybsze” niż Polska sieci stacjonarne największe kraje mają w nich opóźnienia wynoszące od 6 ms (Rumunia) do 14 ms (Hiszpania).

Własne jakościowe wskaźniki publikuje Opensignal. Niestety, raporty dotyczą tylko wybranych krajów. To źródło podaje np. informacje o czasie, w jakim znajdujący się w codziennym użyciu smartfon z zainstalowaną aplikacją Opensignal znajduje się w zasięgu sieci komórkowej, a także jaki jest to procent w przypadku technologii 5G.

### Zasięg terytorialny sieci 5G jest nadal niski

Procent czasu w zasięgu sieci 5G\*

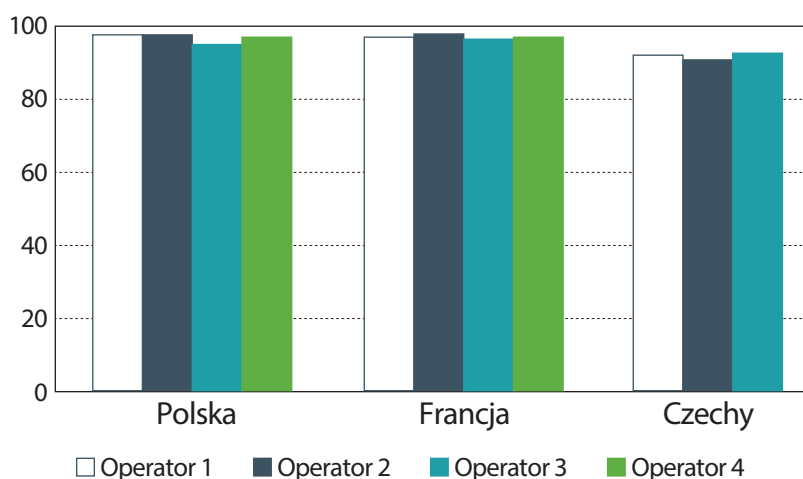
\* Dotyczy użytkowników aplikacji Opensignal posiadających plan taryfowy i smartfon umożliwiający korzystanie z 5G  
Źródło: Opensignal



### Sieci komórkowe nie zawsze gwarantują możliwość skorzystania z usług

Procent czasu w zasięgu sieci\*

\* Dotyczy użytkowników aplikacji Opensignal posiadających plan taryfowy i smartfon umożliwiający korzystanie z 5G  
Źródło: Opensignal



Jak z tego widać, poza zasięgiem, czyli np. w podziemnym garażu czy obiekcie bez zasięgu wewnątrzbudynkowego albo na pozbawionym zasięgu odcinku drogi lub linii kolejowej polski użytkownik aplikacji Opensignal przebywa mniej więcej tyle samo czasu, co Francuz i wyraźnie krócej niż Czech. W przypadku 5G dane Opensignal pokazują, że zasięgi tych sieci są ciągle nikłe.

## Polska na telekomunikacyjnym tle Europy

---

Opensignal wylicza też oparte na własnej metodologii wskaźniki jakości sieci dotyczące streamingu wideo, gier online, czy połączeń głosowych. Na ich podstawie podaje wskaźnik Excellent Consistent Quality, który określa, jaki jest odsetek testów użytkowników, które spełniły minimalne zalecane progi wydajności, aby oglądać filmy w jakości HD, prowadzić grupowe rozmowy wideokonferencyjne i grać w gry online. Dla polskich sieci ten wskaźnik wynosi od 67,9 proc. do 82,6 proc., dla francuskich od 73,6 proc. do 84,8 proc., zaś dla czeskich od 79,2 proc. do 83,6 proc. Na podstawie tych wartości można więc powiedzieć, że użytkownik aplikacji Opensignal korzystający z polskich sieci mobilnych ma częściej kłopoty z dobrą jakością transmisji danych niż przy użyciu sieci francuskich i czeskich.

Publikowane przez Ooklę czy Opensignal wskaźniki dotyczą całych krajów. Jak zauważa OECD w raporcie Bridging Digital Divides in G20 Countries<sup>24</sup>, w którym wykorzystano dane Ookli, występują olbrzymie różnice przepływności między miastami a terenami wiejskimi. W miastach, w krajach G-20 (19 najbogatszych krajów świata i Unia Europejska) średnia przepływność pobierania danych z użyciem stacjonarnych łączy internetowych jest dwa razy większa niż na wsi. Podobna różnica przepływności występowała między sieciami mobilnymi w miastach i na terenach wiejskich.

W przypadku internetu stacjonarnego wynika to przede wszystkim z dostępności do sieci szerokopasmowych, w tym technologii światłowodowych. W sieciach mobilnych różnica to efekt gęstości sieci (stacja bazowa na terenach wiejskich obsługuje znacznie większy obszar niż w miastach) oraz dostępnych użytkownikowi końcowemu zakresów częstotliwości. Na wsiach wiele osób ma dostęp tylko do pasm poniżej 1 GHz, podczas gdy w miastach urządzenia końcowe działają z wykorzystaniem wyższych zakresów, w których bloki pasma bywają szersze niż te poniżej 1 GHz, a co za tym idzie przepływności są większe.

W ocenie OECD głównym celem rządów powinno być tworzenie warunków do zniwelowania ogromnej różnicy, jaka jest między dostępnością i jakością internetu w miastach i na terenach wiejskich.

## Uzupełnianie zasięgu, poprawianie jakości

Zwiększaniem zasięgu najszybszych stacjonarnych szybkich łączy internetowych i szybką budową sieci 5G zainteresowana jest Komisja Europejska. Komisja od lat w siedmioletnich budżetach oferuje krajom członkowskim pieniądze na cyfryzację i zwiększenie dostępu do szerokopasmowego internetu. Dodatkowo, uruchamiając służący wzmocnieniu europejskich gospodarek po pandemii COVID-19 Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększenia Odporności (Recovery and Resilience Facility – RRF), Komisja nakazała krajom członkowskim, których Krajowe Plany Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) zostały zatwierdzone, przeznaczenie części środków – minimum 20 proc. – na transformację cyfrową. Kwota ta może obejmować inwestycje w superszybkie sieci szerokopasmowe (VHCN), a także – co pokazuje przykład Włoch<sup>25</sup> - infrastrukturę związaną z sieciami 5G.

<sup>24</sup>) <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/35c1d850-en.pdf>

<sup>25</sup>) [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_2644](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_2644)

W 26 zatwierdzonych przez Komisję programach KPO na transformację cyfrową państwa członkowskie przeznaczyły łącznie 128 mld euro<sup>26 27</sup>, z czego ok. 13 proc. przypada na projekty związane ze wspieraniem budowy VHCN. We włoskim KPO na inwestycje w sieci telekomunikacyjne przeznaczono łącznie 6,7 mld euro<sup>28</sup>, z czego 2 mld euro na wsparcie budowy sieci 5G (zarówno stacji bazowych, jak i sieci dosyłowych)<sup>29</sup>. W polskim KPO w części bezzwrotnej na sieci światłowodowe zarezerwowano 1,4 mld euro. W części pożyczkowej na wspieranie budowy sieci 5G przeznaczono co prawda 1,2 mld euro<sup>30</sup>, są natomiast wątpliwości, czy niższy koszt finansowania dłużnego podniesie atrakcyjność inwestycji w infrastrukturę 5G na terenach wiejskich.

Europejskie rządy i regulatorzy telekomunikacyjni z reguły mają świadomość, że rzeczywiste zasięgi sieci mobilnych dalekie są od ideału oraz, że „dziury” w dostępności usług występują także w istotnych z punktu widzenia gospodarki miejscach. Stąd przy okazji kolejnych aukcji częstotliwości na zwycięzców bywają nakładane zobowiązania inwestycyjne dotyczące pokrycia konkretnych obszarów zasięgiem oraz zapewnienia przepływności łączy. Mowa jest np. o szlakach komunikacyjnych, portach, a także obszarach uznawanych za pozbawione lub niemal pozbawione dostępu do szybkiego internetu.

Takie zobowiązania były nałożone np. w Niemczech w aukcji w 2015 r., gdy oferowano pasmo dla sieci 4G, a także w 2019 r., gdy sprzedawane było pasmo 5G. W 2015 r. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA), niemiecki regulator zajmujący się także rynkiem telekomunikacyjnym, w licencjach na częstotliwości zapisał<sup>31</sup>, że od 1 stycznia 2020 r. dostawcy muszą zapewnić 98 proc. gospodarstw domowych w całym kraju i 97 proc. gospodarstw domowych w każdym landzie minimalną przepływność na poziomie 50 Mb/s na sektor anteny. Ponadto operatorzy musieli zapewnić pełne pokrycie głównych ciągów komunikacyjnych (autostrady, szlaki kolejowe, po których poruszają się pociągi dużych prędkości (ICE)). Zobowiązania zapisane w rezerwacjach z 2019 r. stanowią, że do końca 2022 r. operatorzy, którzy w aukcji zdobyli pasmo, muszą oferować przepływność nie mniejszą niż 100 Mb/s dla 98 proc. gospodarstw domowych w każdym landzie, na wszystkich federalnych autostradach, a także na najważniejszych federalnych drogach i liniach kolejowych. Do końca 2024 r. wszystkie pozostałe drogi federalne mają być w zasięgu sieci o przepływności co najmniej 100 Mb/s, a wszystkie drogi regionalne i krajowe, porty morskie i najważniejsze drogi wodne, a także wszystkie inne trasy kolejowe mają mieć pokrycie sieciami o przepływności co najmniej 50 Mb/s<sup>32</sup>.

26) <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88764>

27) [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/swd\\_2022\\_292\\_4\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/swd_2022_292_4_en.pdf)

28) [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility/italys-recovery-and-resilience-plan\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility/italys-recovery-and-resilience-plan_en)

29) [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_2644](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_2644)

30) [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/PL/qanda\\_22\\_3376](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/PL/qanda_22_3376)

31) [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/DecisionP2016\\_pdf.pdf](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/DecisionP2016_pdf.pdf)

32) [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190904\\_5Gspectrum.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190904_5Gspectrum.html)

W polskiej aukcji na pasma dla sieci 4G ogłoszonej w październiku 2014 r. i prowadzonej w 2015 r. Urząd Komunikacji Elektronicznej także nałożył na zwycięzców zobowiązania inwestycyjne, ale dotyczyły one jedynie zasięgu - wskazał każdemu zwycięzcy gminy i punkty adresowe, które powinny uzyskać pokrycie siecią LTE 800<sup>33</sup>. Zgodnie z dokumentacją przetargową, obowiązek był uznawany za spełniony, jeśli wskazane punkty, określone za pomocą współrzędnych geograficznych, znajdowały się nie dalej niż 7 km od stacji bazowej.

W dokumentacji ostatecznie odwołanej ponad dwa lata temu, a planowanej na 2020 r. polskiej aukcji przeznaczonego dla sieci 5G pasma C narzucono zobowiązania inwestycyjne, które dotyczyły liczby uruchamianych stacji oraz ich lokalizacji wybranej ze wskazanej przez regulatora listy gmin<sup>34</sup>.

W przedstawionym w kwietniu 2023 r. przez prezesa UKE projekcie dokumentacji nowej, planowanej na 2023 r. aukcji pasma C<sup>35</sup>, zobowiązania inwestycyjne mówią o uruchomieniu w ciągu 36 miesięcy co najmniej 3800 stacji bazowych 5G, w tym 1400 stacji bazowych w gminach mających poniżej 80 tys. mieszkańców.

Ponadto w przedstawionym do konsultacji projekcie mowa jest o zapewnieniu pokrycia we wskazanym odsetku gospodarstw domowych w całym kraju (docelowo nie mniej niż 99 proc.), pokryciu terytorium kraju (docelowo 95 proc.), a także pokryciu dróg krajowych i wojewódzkich oraz 102 wskazanych przez regulatora linii kolejowych. Zobowiązania pokryciowe są potencjalnie neutralne technologicznie, ale tam, gdzie określono wymogi dotyczące opóźnień – 10 ms – praktycznie są w stanie je zaoferować tylko sieci działające w technologiach LTE i 5G. Maksymalny termin spełnienia wymagań pokryciowych to od pięciu do siedmiu lat, licząc od doręczenia zwycięzcom aukcji decyzji rezerwacyjnych.

Są też wymagania dotyczące pokrycia sygnałem dróg krajowych – istniejących, a także oddanych do użytku po doręczeniu regulacji, jak również tych, które zaliczono do kategorii dróg krajowych po doręczeniu rezerwacji – oraz dróg wojewódzkich. Docelowo – po 84 miesiącach - przepływność na drogach krajowych ma wynosić nie mniej niż 100 Mb/s, a opóźnienie nie więcej niż 10 ms. W przypadku dróg wojewódzkich 100 proc. ich pokrycie z przepływnością nie mniejszą niż 100 Mb/s ma nastąpić po 84 miesiącach od wydania rezerwacji.

Regulator oczekuje też zapewnienia pokrycia sygnałem łącznie wskazanych 102 linii kolejowych, przy czym w przypadku 22 linii dotyczy to pokrycia tylko określonych odcinków. Ponadto sygnałem mają być okryte linie oddane do użytku po doręczeniu rezerwacji oraz włączone do transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T). Docelowo ma być zapewniona transmisja danych z przepływnością nie mniejszą niż 100 Mb/s i opóźnieniem do 10 ms.

Z dziurami w zasięgu sieci mobilnych stara się walczyć też sama branża telekomunikacyjna. W sukurs przychodzą jej technologie satelitarne. Mają one znaczenie zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych. Do najbardziej znanych projektów należy Starlink Elona Muska.

<sup>33</sup>) <https://archiwum.uke.gov.pl/aukcja-na-rezerwacje-czestotliwosci-800mhz-i-26-ghz-14797>

<sup>34</sup>) <https://bip.uke.gov.pl/przetargi-aukcje-i-konkursy/aukcja-na-4-rezerwacje-czestotliwosci-z-pasma-3-6-ghz,3.html>

<sup>35</sup>) <https://bip.uke.gov.pl/konsultacje-i-wyniki-konsultacji/konsultacje-aukcji-na-cztery-rezerwacje-czestotliwosci-z-pasma-3-6-ghz,2377.html>

Gdy zaczęła się agresja Rosji na Ukrainę, Starlink objął zasięgiem swej sieci teren naszego wschodniego sąsiada i uruchomił dostęp do internetu, a potem ukraińscy operatorzy zaczęli wykorzystywać satelitarne łącza jako zastępujące zniszczone światłowody i radiolinie łącza drosyłowe<sup>36</sup>.

Przeptywność łączy satelitarnych pozostaje jednak niska i nie pozwoli wypełnić białych plam. Przykładem może być współpraca Starlink i T-Mobile US, które planują zaoferować przepływności od 2 Mb/s do 4 Mb/s na komórkę radiową, co umożliwi głównie wysyłanie wiadomości tekstowych. Apple, którego satelitarnym partnerem jest Globalstar, poinformował, że nowe iPhone'y mają możliwość łączności satelitarnej, co oznacza możliwość wysyłania alarmowych wiadomości tekstowych<sup>37</sup>. Ani Apple z Globalstar, ani Starlink z T-Mobile US nie przewidują jednak, że internet z satelity zastąpi naziemne stacje bazowe i umożliwi dostęp do wszystkich usług oferowanych przez sieci komórkowe. Internet satelitarny w smartfonie ma być uzupełnieniem dla naziemnej infrastruktury.

\*\*\*

Dostępność stacjonarnej i mobilnej infrastruktury telekomunikacyjnej w Polsce, pomimo dynamicznego rozwoju, nie jest jeszcze na poziomie charakterystycznym dla gospodarki wysoko rozwiniętej. Co najmniej 3 mln gospodarstw domowych nie ma dostępu do stacjonarnych łączy o przepływności nie mniejszej niż 100 Mb/s. Zasięg stacjonarnego internetu szerokopasmowego na terenach wiejskich i odsetek wiejskich gospodarstw domowych korzystających z takich łączy należy do najniższych w krajach Unii Europejskiej. 30 proc. domostw na wsi jest poza zasięgiem stacjonarnego internetu szerokopasmowego.

Nasz kraj wypada lepiej pod względem dostępu do mobilnego internetu. W zasięgu mobilnych usług świadczonych w technologii LTE przynajmniej jednego operatora jest 99,9 proc. ogółu gospodarstw domowych i 99,6 proc. domostw na wsi. Nie odstajemy w tym zakresie od unijnej średniej. W zasięgu sieci 5G jest jednak tylko 34 proc. w miejscach zamieszkania i przebywania ludzi, niemal dwa razy mniej niż średnia unijna. Poza zasięgiem mobilnych usług świadczonych w technologii LTE jest kilka procent terytorium Polski, w tym drogi i szlaki kolejowe. Z kolei sam zasięg nie gwarantuje, że transmisja danych jest rzeczywiście szybka i z niskimi opóźnieniami.

Oznacza to, że w najbliższych latach polski rynek czekają znaczące nakłady inwestycyjne na infrastrukturę telefonii mobilnej. Wynika to nie tylko z konieczności zapewnienia odpowiedniego standardu usług użytkownikom końcowym, ale też (w świetle najnowszych propozycji UKE) może okazać się koniecznością w celu realizacji wymogów regulacyjnych, przy przydziale nowych pasm częstotliwości pionierskich 5G.

Ponadto warto pamiętać, że poprawa jakości sieci mobilnych to nie tylko poprawa jakości sygnału w głównych skupiskach ludzkich. Budując i modernizując obiekty komunikacyjnej infrastruktury liniowej, a także budynki użyteczności publicznej i biurowce już na etapie projektowania i budowy należy uwzględniać konieczność zapewnienia zasięgu wewnątrz obiektów i budowli.

---

<sup>36)</sup> <https://www.wired.com/story/starlink-ukraine-internet/>

<sup>37)</sup> <https://support.apple.com/en-us/HT213426>

W debacie publicznej regularnie powracają głosy oburzenia ze strony dziennikarzy oraz mieszkańców, kiedy po oddaniu jakiejś inwestycji okazuje się, że nie spełnia ona ich oczekiwań – architektura się zestarzała, miejsc parkingowych jest za dużo (albo za mało), brakuje zieleni, a z nowo budowanych tras nie da się połączyć z internetem. To moment, w którym zaskoczenie mieszkańców i użytkowników spotyka się z kolei z oburzeniem inżynierów i planistów, którzy nad inwestycją pracowali od kilkunastu lat, a poszczególne plany były lepiej lub gorzej konsultowane na różnych etapach inwestycji. Zaskoczenie i rozbieżności w ocenie efektów zależą więc od poziomu wiedzy na temat procesu i jego złożoności wynikającej z przepisów.

Jak zatem wygląda proces budowy nowej infrastruktury publicznej? Ze względu na stopień skomplikowania przygotowanie rozłożone jest na okres 9-10 lat i dzieli się na kilka zasadniczych etapów. Proces będzie się różnił w zależności od Zamawiającego. PKP PLK realizuje większość inwestycji w starym śladzie, nierzadko przy czynnym ruchu kolejowym, a zarówno materiały, jak i urządzenia muszą spełniać rygorystyczne normy bezpieczeństwa, na których straży stoi Urząd Transportu Kolejowego. Inna jest również forma prawna i sposób finansowania działalności PKP PLK i GDDKiA. Natomiast inwestycje planowane przez CPK dopiero zaczynają pojawiać się na etapie przygotowania projektów budowlanych. Jako przykład do przeanalizowania procedury posłuży zatem GDDKiA.

### **1. Prace przygotowawcze – opracowanie dokumentacji**

Podczas tego etapu GDDKiA ustala tzw. korytarz drogi, powstaje Studium Korytarzowe (SK), czyli dokument projektowy oceniający zasadność budowy obiektu i określający lokalizację korytarza przeznaczonego pod nową trasę.

W następnym etapie określa się konkretny wariant przebiegu trasy. W tym celu wykonuje się Studium Techniczno-Ekologiczno-Środowiskowe (STEŚ). Obecnie GDDKiA często wykonuje STEŚ razem z elementami tzw. Koncepcji Programowej (STEŚ-R). Dzięki temu można ogłosić jeden przetarg zamiast dwóch, co zazwyczaj skraca czas przygotowania obu dokumentów. Zarówno STEŚ, jak i I etap STEŚ-R, mają charakter ogólny, wstępnie szacuje się takie elementy inwestycji jak m.in. obiekty drogowe, inżynierskie i infrastruktury technicznej, urządzenia ochrony środowiska, urządzenia bezpieczeństwa i organizacji ruchu.

W tym etapie przeprowadzane są także konsultacje społeczne. Uwagi społeczności lokalnej, na którą droga będzie oddziaływać bezpośrednio, są analizowane, aby wybrać optymalny wariant inwestycji pod względem technicznym, ekonomicznym, środowiskowym i społecznym. W wielu sytuacjach nie da się jednak znaleźć takiego przebiegu drogi, która będzie uwzględniała interes wszystkich zainteresowanych. Wariant najkorzystniejszy jest rekomendowany we wniosku o wydanie tzw. decyzji środowiskowej, co stanowi zwieńczenie opracowania STEŚ. W przypadku STEŚ-R oznacza to zakończenie I etapu, a równoległe do pozyskania decyzji środowiskowej trwa przygotowanie szczegółowej koncepcji inwestycji.

### **2. Konsultacje społeczne i decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach (DŚU)**

Uzyskanie decyzji środowiskowej umożliwia zakończenie II etapu STEŚ-R, co obejmuje uściślenie zakresu rzeczowego i finansowego, w tym m.in. określenie zakresu rozwiązań geometrycznych dróg, konstrukcji drogowych obiektów inżynierskich, granic terenu zadania inwestycyjnego oraz zakresu i kosztorysu robót, określenie wytycznych dla projektu budowlanego oraz sporządzenie analizy wielokryterialnej.

Ponadto na tym etapie wykonywane są badania geologiczne obejmujące przebieg trasy wskazany w decyzji środowiskowej. Uzyskanie DŚU po wcześniejszym opracowaniu STEŚ oznacza, że w kolejnym kroku wykonuje się Koncepcję Programową (KP). Na koniec pracy nad II etapem STEŚ-R lub KP dla „zwykłego” STEŚ można przejść do kolejnego etapu realizacji inwestycji.

### **3. Realizacja – buduj lub projektuj i buduj**

Po uzyskaniu niezbędnych dokumentów na etapie realizacji inwestycji GDDKiA stosuje dwie procedury – „Buduj” lub „Projektuj i buduj”.

Pierwsza opcja oznacza, że GDDKiA najpierw wybiera w przetargu biuro projektowe, które następnie opracowuje dokumentację niezbędną do złożenia wniosku o wydanie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej (ZRID). Powstaje projekt budowlany oraz wykonawczy, na którego podstawie wykonawca wyłoniony w kolejnym przetargu realizuje kontrakt już po uzyskaniu decyzji ZRID.

W drugim wariantcie, po zakończeniu prac nad KP lub STEŚ-R, ogłasza się przetarg na wykonawcę w formule „Projektuj i buduj”. W tym wypadku to wykonawca opracowuje niezbędne dokumenty, następnie składa wniosek o wydanie decyzji ZRID i wreszcie rozpoczyna realizację inwestycji.

Warto podkreślić, że procedury przetargowe poprzedzone uzyskaniem dokumentacji są najbardziej czasochłonnym elementem procesu budowy dróg. GDDKiA szacuje łączny czas potrzebny na realizację inwestycji drogowej od koncepcji do oddania do użytku na minimum 100 miesięcy (8 lat i 4 miesiące) w wariantcie STEŚ-R i w przypadku realizacji w systemie „Projektuj i buduj” oraz na co najmniej 116 miesięcy (9 lat i osiem miesięcy) w przypadku, gdy wykonawca tylko realizuje inwestycję. Odwołania od przetargów czy też od DŚU, co blokuje przetarg na realizację inwestycji do zakończenia procedury, jak również długotrwałe konsultacje społeczne, mogą znacząco wydłużyć te terminy. Nic dziwnego, że po upływie dekady od rozpoczęcia prac planistycznych może się okazać, że inwestycja nie spełnia już oczekiwań użytkowników, również w zakresie dostępności telekomunikacyjnej.

## Infrastruktura drogowa oraz towarzysząca jej infrastruktura telekomunikacyjna w Polsce

W momencie wejścia Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. stan infrastruktury drogowej był typowy dla rynków rozwijających się. Niekompletna sieć autostrad, licząca zaledwie 535 km oraz nieliczne trasy ekspresowe o łącznej długości jedynie 190 km<sup>39</sup> nie zapewniały efektywnego transportu drogowego, zaś cała sieć dróg krajowych pod względem jakości była na niezadawalającym poziomie.

### Drogi szybkiego ruchu

- 2002 r.
- 2022 r.



Źródło:  
<https://www.gov.pl/web/gddkia/od-20-lat-dbamy-o-utrzymanie-i-rozwoj-infrastruktury-drogowej-w-polsce2>

Bardzo słaby stan infrastruktury drogowej to już przeszłość. W ciągu ostatnich 16 lat nastąpił znaczący postęp i Polska zyskała nowoczesną sieć dróg krajowych spinającą praktycznie wszystkie województwa. W październiku 2022 r. w Polsce było ponad 1753 km autostrad, w tym 465 km odcinków koncesyjnych, oraz blisko 3 tys. km dróg ekspresowych. Łącznie sieć dróg krajowych liczy już 19,4 tys. km, zaś w realizacji jest kolejne 1362 km. W przetargach i przygotowaniach jest kolejne blisko 2 tys. km. O skali inwestycji oraz rozwoju infrastruktury świadczy fakt, że obecnie eksploatowane odcinki A2 oraz A4 są przygotowywane do rozbudowy o trzeci pas.<sup>40</sup> O ile jednak sieć autostrad jest już niemal kompletna, poza odcinkiem A2 do granicy wschodniej, to brakuje jeszcze kilku tysięcy km dróg ekspresowych, w tym odcinków S10, S11, S12, S16, S74 czy też Beskidzkiej Drogi Integracyjnej S52.

<sup>39)</sup> Dane za GDDKiA <https://www.archiwum.gddkia.gov.pl/pl/a/37724/Autostrada-czy-droga-ekspresowa>

<sup>40)</sup> <https://www.gov.pl/web/gddkia/ogolne-informacje-o-sieci-drog-krajowych>



## Infrastruktura drogowa oraz towarzysząca jej infrastruktura telekomunikacyjna w Polsce

---

W ogłoszonym w 2021 r. rządowym Programie Budowy Dróg Krajowych do 2030 r. (z perspektywą do 2033 r.). zakłada się, że cała Polska zostanie połączona siecią szybkich dróg ekspresowych, jak również w perspektywie najbliższych 10 lat wybudowane zostaną brakujące obwodnice miast.<sup>41</sup> Należy zaznaczyć, że sprawna budowa dróg krajowych po 2004 r. to jeden z czynników podtrzymujących wzrost gospodarki – ich powstanie pociągnęło za sobą liczne inwestycje towarzyszące, w tym centra logistyczne, skróciło czas podróży i przyciągnęło wiele firm, w tym producentów, którzy nie zrobiliby tego bez rozbudowanych węzłów komunikacyjnych i związanych z tym możliwości logistycznych. Bezpośredni udział sektora transportu drogowego i magazynowania w polskim PKB obecnie wynosi obecnie aż 6 proc.<sup>42</sup> Faktyczny wkład jest jednak wyższy, gdyż bez sprawnego transportu drogowego funkcjonowanie handlu, przemysłu czy usług na obecnym poziomie nie byłoby możliwe.

Wraz z rozbudową sieci dróg krajowych nastąpił szybki rozwój firm transportowych w Polsce. W latach 2010-2020 praca przewozowa polskich firm zajmujących się transportem drogowym w kraju oraz eksporcie i imporcie rosła w tempie 4–5 proc. rocznie. Poziom pracy przewozowej wykonywanej przez polskie przedsiębiorstwa transportowe wynosi obecnie ok. 120 mld tonokilometrów.<sup>43</sup> Z danych GUS wynika, że w 2021 r. przewóz ładunków transportem samochodowym, czyli realizowanym po drogach krajowych, wyniósł łącznie 360,5 mln tonokilometrów wobec 337,8 mln w 2020 r. Udział transportu krajowego w wynikach transportu drogowego ogółem rośnie – wskaźnik ten wyniósł w 2021 r. 37,4 proc. wobec 36,7 proc. w 2020 r.<sup>44</sup>

Prawdziwy wysyp inwestycji drogowych trwa z niewielkimi przerwami pomiędzy kolejnymi europejskimi perspektywami finansowymi od 2007 r. W pierwszym okresie, czyli w latach 2007-2013, na budowę dróg dostępnych było ponad 10 mld euro. Dzięki efektywnemu wykorzystaniu tych środków wskaźnik gęstości sieci autostrad mierzony na 100 km<sup>2</sup> powierzchni wzrósł o ponad 100 proc. - z 0,21 do 0,44.<sup>45</sup> Ponadto inwestor odpowiedzialny za drogi krajowe, czyli GDDKiA, nabył w tym okresie wiedzę i kompetencje, które okazały się przydatne przy wykorzystaniu środków z kolejnej perspektywy w latach 2014–2020. Biorąc pod uwagę zapóźnienia, wyjściowy stan infrastruktury i dostępność środków w określonym przedziale czasowym, w Polsce trzeba było zastosować rozwiązania, które skrócą czas realizacji inwestycji i pozwolą maksymalnie efektywnie wykorzystać dostępne środki. Jedną z tego typu możliwości był system realizacji projektów – projektuj i buduj. W 2007 r. rozpoczęto pilotażowy program, który miał za zadanie sprawdzić przydatność tego rozwiązania dla dużych projektów drogowych.<sup>46</sup>

41) <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/program-budowy-drog-krajowych-do-2030-roku-ogloszony-77787.html>

42) Raport „Transport drogowy w Polsce 2021+” opracowany przez SpotData na zlecenie i przy merytorycznej współpracy ze Związkiem Pracodawców „Transport i Logistyka Polska”. <https://pap-mediroom.pl/biznes-i-finanse/raport-transport-drogowy-w-polsce-2021-wytworzenie-polowy-polskiego-pkb>

43) Ibidem.

44) <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/przewozy-ladunkow-i-pasazerow-w-2021-roku,11,10.html>

45) Budowa dróg w Polsce. Fakty i mity, doświadczenia i perspektywy. Raport opracowany na zlecenie GDDKiA przez grupę ekspertów PwC na podstawie informacji przekazanych przez GDDKiA, a także danych z ogólnodostępnych źródeł. [https://www.pwc.pl/pl/biuro-prasowe/assets/pwc\\_raport\\_gddkia\\_prezentacja\\_dla\\_mediow.pdf](https://www.pwc.pl/pl/biuro-prasowe/assets/pwc_raport_gddkia_prezentacja_dla_mediow.pdf)

46) <https://www.archiwum.gddkia.gov.pl/pl/aprint/5201/informacja-o-programie-pilotazowym-zaprojektuj-i-zbuduj>

## Infrastruktura drogowa oraz towarzysząca jej infrastruktura telekomunikacyjna w Polsce

---

Od perspektywy finansowej 2014–2020 rozpoczęto stosowanie na większą skalę formuły „projektuj i buduj”. W przypadku tego typu kontraktów na różnych etapach inwestycji wykonawcy mogą zgłaszać propozycje zmian w projektach, w tym również w celu zastosowania nowych rozwiązań oraz technologii. W kontraktach realizowanych w tradycyjnej formule „buduj” nie ma praktycznie możliwości dokonywania zmian w projekcie (poza sytuacjami wynikającymi z umowy). Każda tego typu ingerencja może spowodować zmianę przedmiotu zamówienia, a w efekcie niezgodność umowy z ustawą Prawo zamówień publicznych (dalej: Ustawa PZP).

### Drogi, inwestycje infrastrukturalne oraz zapewnienie łączności

Gęsta i dobrze utrzymana infrastruktura drogowa to istotna część gospodarki, zapewniająca połączenie odległych od siebie regionów. Obecnie jednak, wraz z coraz większym znaczeniem gospodarki cyfrowej, opartej na swobodnym przepływie danych, sama droga jako fizyczny obiekt nie stanowi już wystarczającej wartości dodanej.

Inwestycje drogowe są przygotowywane i realizowane w okresach co najmniej 9-10-letnich (patrz Ramka). Taki cykl nie nadąża za zmianami w telekomunikacji – chociaż droga oddana do użytku np. w 2012 r. nadal zapewnia funkcjonalność dla ruchu drogowego, to w tym okresie w telekomunikacji zaszły rewolucyjne zmiany.

Przykładowo: 10 lat temu telefony służyły głównie do rozmów i wysyłania sms-ów, sieci 4G były dopiero planowane, nie wspominając o 5G, o którym nikt wówczas nie myślał. Dzisiejsze smartfony to mobilne urządzenia agregujące i przetwarzające duże ilości danych, które mogą też służyć jako przenośny router wi-fi. Diametralnie zmienił się też zakres możliwych zastosowań smartfona, zwłaszcza w połączeniu z podróżą chociażby samochodem. Oprócz streamingu treści audiowizualnych w aucie, urządzenia te umożliwiają pracę na laptopie (poprzez router wi-fi), jak również umożliwiają wzięcie udziału w telekonferencjach przy dodatkowym zastosowaniu systemów łączności samochód-telefon takich, jak Bluetooth, Android Auto czy Apple Car Play.

W 2021 r. łączna liczba kart SIM w usługach telefonii komórkowej w 2021 r. wyniosła 50,6 mln, co stanowi wzrost o 1,2 mln w porównaniu do 2020. Według danych serwisu Tefficient globalnie ruch w sieciach mobilnych wzrósł w 2020 r. aż o 38 proc.<sup>47</sup> Mamy tutaj do czynienia z trwałym wzrostem, niezależnym od wybuchu pandemii. Część osób z konieczności korzysta z dostępu mobilnego ze względu np. na brak stałego łącza w okolicy. Natomiast w transporcie kolejowym czy drogowym jest praktycznie jedynym sposobem transmisji.

---

<sup>47</sup> <https://www.telepolis.pl/images/2021/04/tefficient-industry-analysis-1-2021-mobile-data-usage-and-revenue-FY-2020-per-operator-13-April-2021.pdf>

## Infrastruktura drogowa oraz towarzysząca jej infrastruktura telekomunikacyjna w Polsce

---

W latach 2018-2021 liczba nowych rejestracji samochodów osobowych i lekkich dostawczych, stanowiąca podstawowy wskaźnik kondycji rynku motoryzacyjnego wynosiła od 436 tys. do 625 tys.<sup>48</sup> sztuk. Można ostrożnie szacować, że co najmniej 50 proc. z tych pojazdów, czyli 1 mln 75 tys. posiada możliwość przesyłania danych ze smartfona w postaci np. nawigacji na ekran auta. Rosnąca z roku na rok liczba nowych aut oraz coraz gęstsza sieć dróg krajowych wymaga dobrego pokrycia, aby umożliwić nieprzerwany dostęp do szybkiego transferu danych.

W ten sposób infrastruktura fizyczna (drogowa) będzie wykorzystywana efektywnie, umożliwiając kierowcom dostęp do najnowszych danych nt. natężenia ruchu, a pasażerom dostęp do rozrywki czy też umożliwi pracę zdalną. Jednocześnie zwiększenie transferu danych na drogach przyczynia się do dalszego rozwoju gospodarczego, w tym poprzez poprawienie efektywności branży logistycznej.

W poprzednim rozdziale pt. Polska na telekomunikacyjnym tle Europy wykazane zostało, że na niektórych odcinkach dróg istnieją białe plamy zasięgowe, a przepustowość na pozostałych bywa problematyczna, np. pokrycie autostrady A2 między Warszawą i Poznaniem sygnałem sieci piątej generacji jakiegokolwiek operatora nadal jest szczątkowe.

To wszystko sprawia, że nie można już w dzisiejszym świecie rozpatrywać budowy dróg jako zadania oderwanego zupełnie od warstwy telekomunikacyjnej. Zarówno z punktu widzenia bezpieczeństwa, rozwoju gospodarczego czy po prostu komfortu pasażerów, najważniejsze jest zapewnienie najwyższego stopnia pokrycia i jakości sieci mobilnych wzdłuż głównych szlaków komunikacyjnych. Decydenci, planując strategię budowy dróg w Polsce, muszą również dbać o to, aby z wraz z drogami zapewnić powstanie towarzyszącej infrastruktury telekomunikacyjnej.

Warto pamiętać, że transfery danych za pośrednictwem sieci komórkowych w kolejnych latach będą wciąż dynamicznie rosły. Dostęp do nich jest kluczowy w sektorze transportu, ale dzisiejsza infrastruktura nie pozwala na wykorzystanie tego potencjału już obecnie, zaś luka między dostępną przepustowością a zapotrzebowaniem będzie rosła.

---

<sup>48</sup>) Dane za Polskim Związkiem Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM) [www.pzpm.org.pl](http://www.pzpm.org.pl)

---

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

Mobilna łączność dostępna dla coraz większej liczby ludzi, w coraz większej liczbie miejsc i coraz lepszej jakości powoduje zmiany – czasami spektakularnie, innym razem w drodze powolnej ewolucji. Niekiedy dopiero widoczny sukces na pewnym polu otwiera myślenie o nowych zastosowaniach dla już istniejących rozwiązań i znanych technologii. Szerzej omówioną w pierwszym rozdziale popularność urządzeń mobilnych pokazuje liczba kart SIM (50,6 mln), co oznacza 1,3 karty na mieszkańca, wliczając w to dzieci od urodzenia. To dzięki rozwojowi technologii oraz dostępności, w ciągu ostatnich kilkunastu lat diametralnie zwiększyły się możliwości pracy online i zapewnienia jej odpowiedniego poziomu niezawodności.

Pandemia COVID-19 znacznie przyspieszyła powszechność stosowania tego typu rozwiązań, które wcześniej wykorzystywane były głównie w sektorze IT. Przed publikacją badań obejmujących pierwszy rok po COVID trudno ocenić w jakim stopniu utrwali się praca zdalna, która upowszechniła się w latach pandemii – 2020 i 2021. W USA<sup>49</sup> zdalnie pracuje 15 proc. pracowników, a 30 proc. hybrydowo. W Niemczech w marcu 2022 aż 27,6 proc. pracowników funkcjonowało w trybie mieszanym. Rekordowy udział ma sektor IT – 72,3 proc., a dla całego sektora usług odsetek pracujących zdalnie wynosi tam 35,3 proc.

W Polsce według stowarzyszenia Aspire<sup>50</sup>, zdecydowana większość firm (73 proc.) ma już wdrożone wytyczne dotyczące pracy w domu oraz biurze. Pracę całkowicie zdalną zakłada tylko 9 proc. firm, a 4–5 dni w biurze tylko 2 proc. Blisko czwarta część pozwala na elastyczność, natomiast zdecydowana większość ustala liczbę dni w biurze od 1 do 3 dni tygodniowo lub od 1 do 3 miesięcznie. Sytuacja oczywiście wahała się w zależności od branży i okresu pandemii, przy czym odsetek pracujących w biurze był na ogół mniejszy od prognozowanego.

Powyższe zjawiska nabierają dodatkowego znaczenia wobec faktu, że wzrost gospodarczy, a zwłaszcza transformacja gospodarki od końca XX w. są związane ze zmianami jej struktury. Środek ciężkości przesuwa się od rolnictwa i gospodarki surowcowej w kierunku usług, z których znaczącą część stanowi praca z informacją. Polska gospodarka wykazuje stałą tendencję rosnącą, jeśli chodzi o zatrudnienie w usługach. Równoległe zmniejsza się zatrudnienie w rolnictwie. O ile jeszcze w połowie lat 90. XX w. w sektorze rolnym pracowało 3,5 mln osób, to w roku 2021 liczba ta spadła do poziomu 1,5 mln. Dla porównania w 1995 r. w usługach pracowało 6,7 mln osób, w 2007 r. już 8 mln, zaś w 2021 r. sektor ten przekroczył poziom 10 mln zatrudnionych. Rosnący udział usług w zatrudnieniu stanowi charakterystyczną cechę nowoczesnej gospodarki, w której firmy oraz konsumenci sponują coraz wyższym poziomem dochodów, co z kolei generuje popyt na różnego rodzaju usługi dla biznesu oraz klientów indywidualnych.<sup>51</sup>

<sup>49</sup>) Publikacja EY z 27 października 2022, [https://www.ey.com/pl\\_pl/serwis-audytorow-sledczych/2022/10/praca-z-dalna-generuje-ogromne-oszczednosci](https://www.ey.com/pl_pl/serwis-audytorow-sledczych/2022/10/praca-z-dalna-generuje-ogromne-oszczednosci)

<sup>50</sup>) Stowarzyszenie Aspire, z siedzibą w Krakowie, zrzesza menedżerów firm - głównie międzynarodowych - zasadniczo z obszaru usług dla biznesu oraz IT: <https://www.aspire.org.pl/contact/>, W okresie epidemii COVID zaczęło publikować regularne raporty dotyczące zakresu pracy zdalnej i pewnych jej skutków – np. dla transportu. Najnowszy raport Home2Office Tracker October 2022 zawiera dane od 45 firm zatrudniających łącznie około 40 tys. pracowników. Warto pamiętać, że dane te są reprezentatywne dla ograniczonego zbioru firm, które trzeba oceniać jako zdecydowanie podatne na możliwość wprowadzenia pracy zdalnej

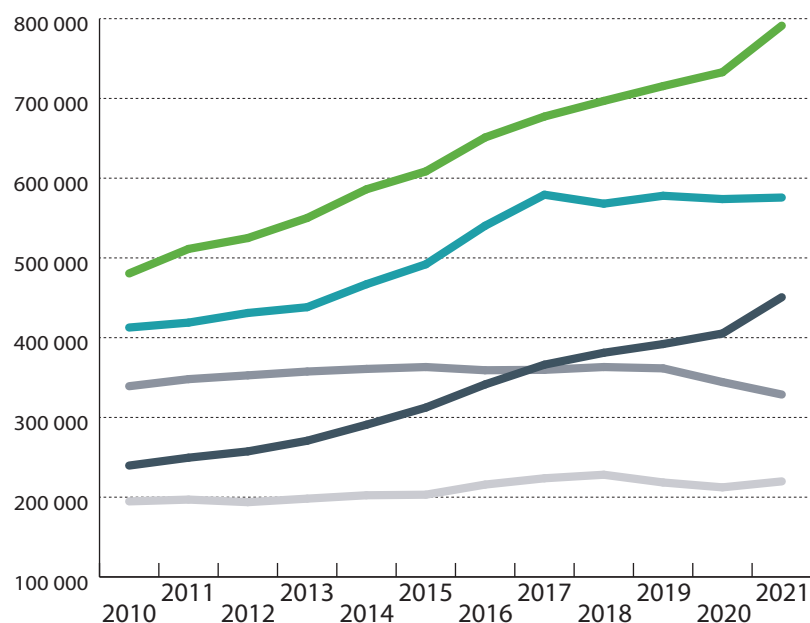
<sup>51</sup>) Publikacja EY z 27 października 2022, [https://www.ey.com/pl\\_pl/serwis-audytorow-sledczych/2022/10/praca-z-dalna-generuje-ogromne-oszczednosci](https://www.ey.com/pl_pl/serwis-audytorow-sledczych/2022/10/praca-z-dalna-generuje-ogromne-oszczednosci)

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

W ostatniej dekadzie postępował znaczący wzrost liczby pracujących w większości tych branż, które oceniamy jako mające duży potencjał zastosowania pracy zdalnej. Od 2010 do 2021 liczba pracujących zdalnie w tych branżach wzrosła o 42 proc.<sup>52</sup>

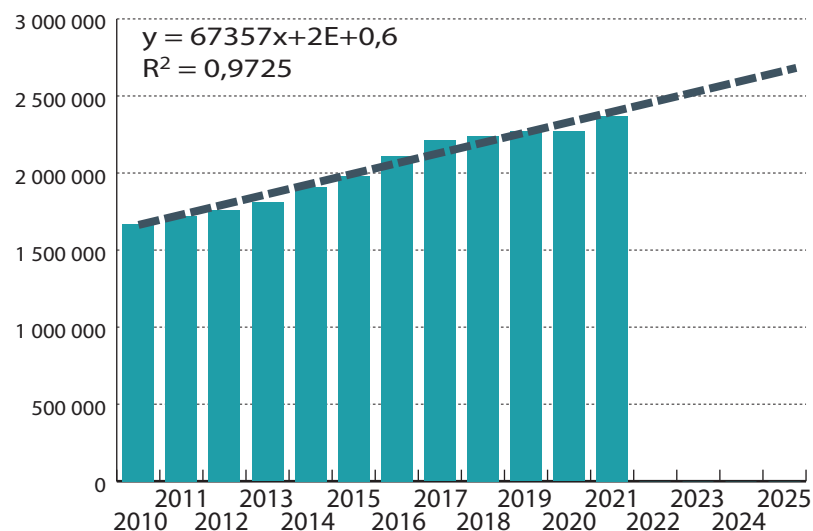
### Pracujący w sektorach gospodarki o dużym potencjale zastosowania pracy zdalnej

- działalność profesjonalna naukowa i techniczna
- działalność w zakresie usług administrowania i działalność wspierająca
- informacja i komunikacja
- działalność finansowa i ubezpieczeniowa
- działalność związana z obsługą rynku nieruchomości



Analiza sumy sekcji podatnych na pracę zdalną pokazuje systematyczny wzrost pracujących. Można więc przyjąć, że trend wzrostu pracy zdalnej w tych sektorach jest rozwiązaniem naturalnym i możliwym do wdrożenia w sposób trwały. Z tego względu prognozujemy, że wolumen pracy zdalnej będzie systematycznie wzrastał, przekraczając poziom 2,5 mln osób w sektorach o dużym potencjale zastosowania tego typu zatrudnienia, już w 2023 r., zgodnie z poniższym wykresem.

### Pracujący w sektorach gospodarki o dużym potencjale zastosowania pracy zdalnej



<sup>52)</sup> Dane według roczników i portalu GUS, opracowanie własne.

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

---

Równoległy rozwój telekomunikacji powoduje, że coraz więcej aktywności nie musi być związanych do określonego miejsca, a nawet może być realizowanych mobilnie – w ruchu, np. w trakcie podróży, czyli w zasadzie z dowolnego miejsca, w którym jest dostęp do odpowiedniej jakości połączenia internetowego.

Wobec dużej liczby urządzeń mobilnych oraz rosnącej liczby miejsc, w których można pracować zdalnie, coraz bardziej widoczna jest wartość cywilizacyjna – ekonomiczna i kulturowa – jaką przynosi powszechność i wysoka jakość infrastruktury telekomunikacyjnej. Dotyczy to również jej dostępności wzdłuż szlaków komunikacyjnych, także poza wielkimi aglomeracjami.

W centrach dużych miast dobra jakość sieci telekomunikacji bezprzewodowej – powstałych w rezultacie rozwoju telefonii komórkowej – staje się czymś oczywistym. Na terenach o niskiej gęstości zaludnienia i braku większej aktywności gospodarczej, praktyka, wbrew teoretycznemu pokryciu zasięgiem wymuszonym przez regulatora telekomunikacyjnego, pokazuje istotny, niekorzystny dystans do metropolii. Podróżując koleją pomiędzy największymi polskimi metropoliami, pasażer traci połączenie nie tylko w liczącym 800 m tunelu koło stacji Tunel, ale również na licznych odcinkach prowadzących przez pola i lasy.

Niska atrakcyjność inwestycji na terenie innym niż aglomeracje i większe skupiska ludności nie zachęca operatorów do poprawy sytuacji. Tymczasem główne linie transportowe – koleje, zwłaszcza przyszłe koleje dużych prędkości, a także autostrady i drogi ekspresowe pomiędzy aglomeracjami prowadzone są terenami nisko zurbanizowanymi, co obniża koszty budowy linii kolejowych i dróg. Jednocześnie – ze względu na potencjalnie niższe użycie transferu danych na takich terenach – operatorzy pokrywają je zasięgiem w dalszej kolejności. Ta sprzeczność pomiędzy priorytetami dla budowy infrastruktury liniowej i telekomunikacyjnej obniża zatem szanse na dostęp do dobrej jakości usług telekomunikacyjnych na drodze ekspresowej i na kolei.

Wyzwaniem pozostają odcinki prowadzone w głębokich wykopach, tunelach lub pod wiadukami, gdzie występują zakłócenia łączności. Poza takimi eksponowanymi miejscami jak warszawski Dworzec Centralny, sieci łączności są projektowane „oszczędnie”, z pominięciem najnowszych rozwiązań w tym zakresie. W rezultacie efektywność pracy oraz poczucie i faktyczny poziom bezpieczeństwa wyrażający się w możliwości natychmiastowego uzyskania stabilnego i wysokiej jakości połączenia (choćby dla zakupu biletu u konduktora) ulegają ograniczeniu. Taka sieć nie może też być podstawą dla systemów informatycznych służących bezpieczeństwu ruchu. Rozwiązanie tych problemów jest możliwe w sposób optymalny z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia poprzez zastosowanie odpowiedniej technologii oraz modelu finansowego, który nie powoduje dla inwestora zwiększenia kosztów na etapie projektowania oraz późniejszej budowy.

Przykładem udanej współczesnej inwestycji jest zapewnienie niezawodnej łączności zarówno dla celów bezpieczeństwa i obsługi oraz utrzymania, jak też komunikacji komercyjnej, w Tunelu Świętego Gotarda w Alpach Szwajcarskich.

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

W ostatniej dekadzie postępował znaczący wzrost liczby pracujących w większości tych branż, które oceniamy jako mające duży potencjał zastosowania pracy zdalnej. Od 2010 do 2021 liczba pracujących zdalnie w tych branżach wzrosła o 42 proc.<sup>52</sup>

### Case study – Tunel Św. Gotarda

Najdłuższy kolejowy tunel na świecie – uruchomiony w 2016 r. bazowy Tunel Św. Gotarda w Szwajcarii – obejmuje dwie nitki bazowego tunelu o długości 57 km oraz 43 km tunelu serwisowego. Razem jest to 153 km tuneli biegnących w litej skale, w najgłębszym punkcie 2300 m pod powierzchnią. Pociągi poruszają się z prędkością do 250 km/h. System łączności w takim obiekcie musi być niezawodną platformą. Wykorzystując magistralę światłowodową i szereg nadajników w tunelu, zapewniono działanie sieci kolejowej GSM-R, która służy do komunikacji maszynistów i załogi pociągu z dyspozytorami oraz automatycznemu przekazywaniu danych dotyczących bezpieczeństwa ruchu pomiędzy infrastrukturą a pociągami. Jednocześnie system obsługuje wszystkie usługi komercyjne, w tym najbardziej popularne GSM i LTE, systemy bezpieczeństwa publicznego PMR i inne. Systemy GSM-R i PMR są wydzielone i muszą mieć zapewnioną niezawodność na poziomie 99,999 proc., zaś równoległe usługi komercyjne zapewniają także nadmiarowe uzupełnienie tych systemów.

Tymczasem w Polsce w nowo budowanych obiektach np. tunelu Południowej Obwodnicy Warszawy na warszawskim Ursynowie, początkowo brakowało zasięgu sieci komórkowej, więc w razie wypadku kierowcy nie mogliby zadzwonić się na numer alarmowy 112 czy też skorzystać z nieprzerwanego dostępu do nawigacji<sup>53</sup>, mimo że zgodnie z przepisami w tym samym miejscu inwestor i wykonawca zapewnili oddzielną łączność dla służb ratunkowych.

### Czas zasobem dużej wartości

Czas jest zasobem nieodnawialnym, zarówno dla pojedynczej osoby, jak i dla każdej organizacji. Dostępne analizy dotyczące projektów transportowych, w tym zlecone przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych, a oceniające skutki ekonomiczne inwestycji, posługują się właśnie czasem podróży oraz wskazują na koszt traconego czasu. Wynika stąd postulat skrócenia czasu i większej prędkości podróży. Kalkulacje zmierzają do udowodnienia korzyści ekonomicznej, jaka wyniknie ze skrócenia czasu podróży bez względu na środek transportu, nie mówiąc już o oczekiwaniu na kolejne połączenie.

<sup>52</sup>) <https://www.rynekinfrastruktury.pl/mobile/tunel-pow-bez-komerek-ale-z-kamerami-i-nowoczesnym-systemem-bezpieczenstwa--77034.html>

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

---

Klarownym przykładem monetyzacji czasu są zasady analizy społeczno-ekonomicznej stosowane w przypadku finansowania przez UE projektów transportu publicznego. Stosowane tam wyceny mają na celu określenie korzyści ekonomicznej, jaką usprawnienie transportu publicznego przynosi jego użytkownikom. Wycena godziny dokonana przez CUPT na 2022 r. wynosi 105,73 zł dla podróży służbowej, 53,60 zł dla dojazdów z/do pracy oraz 47,69 zł dla innych podróży.

Już w pierwszej dekadzie XXI stulecia – przy okazji debaty o kolejach dużej prędkości w Wielkiej Brytanii – pojawił się nieco inny punkt widzenia. Czy na pewno czas podróży należy kwalifikować jako koszt ekonomiczny i w celu jego uniknięcia ponosić wielkie nakłady inwestycyjne dla poprawy prędkości jazdy? Podnoszono aspekt poprawy komfortu podróży i zapewnienia możliwości pracy w pociągu. Takie podejście zamieniało czas tracony (koszt ekonomiczny) w czas możliwy do wykorzystania, a więc zmniejszało koszt ekonomiczny podróży.

Niekiedy nawet krótki czas jest kwestią gwałtownej straty lub zysku – analiza, decyzja, interwencja podjęte na czas mogą przynieść jakiś skutek, podjęte po czasie, z niewielkim nawet opóźnieniem są nieaktualne i nakład pracy im poświęcony okazuje się zbędny – jest stratą. Czas przemieszczania się może być „stracony” (brak produktywnego wykorzystania) lub spożytkowany produktywnie. Zależy to jednak przede wszystkim od jakości telekomunikacji i różnych możliwości jej wykorzystania, gdyż zasoby i narzędzia do pracy najczęściej są dostępne on-line (np. email, komunikatory, bazy danych etc.).

Aby czas w trakcie podróży był możliwy do wykorzystania, należy zapewnić dostęp oraz odpowiednią przepustowość na całej długości infrastruktury bez „białych plam”. W innym przypadku czas podróży może nie być spożytkowany efektywnie (przerwy w działaniu połączenia internetowego, brak zasięgu i możliwości rozmowy telefonicznej etc.) i w efekcie nie da się go połączyć z pracą. Ta sama zasada obowiązuje w przypadku rozrywki i wykorzystania łączności do celów rekreacyjnych, np. w podróżach turystycznych.

## Wartość straconych szans - praca zdalna w pociągu

Wykonywanie pracy poza biurem było możliwe do dawna i praca zdalna była powszechnie stosowana w sektorze IT czy różnych kreatywnych zawodach. Okres pandemii upowszechnił takie rozwiązanie w pracy biurowej w ogóle. Pobieżny ogląd zachowania pasażerów w pociągach łączących metropolie, w których dominują podróże biznesowe, w pewnych godzinach pozwala zauważyć, że większość pasażerów pracuje na laptopie. Jest oczywiste, że jakość tej pracy zależy od stabilności połączenia z internetem. Obecnie coraz więcej aplikacji komputerowych pracuje z wykorzystaniem chmury dla przechowywania danych oraz wymaga dostępu do zasobów poza komputerem do celów synchronizacji oraz pełnego wykorzystania możliwości. Charakter pracy w coraz większym stopniu polega na sięganiu do firmowych baz danych, różnego rodzaju informacji zawartych na stronach internetowych, do systemów wyszukiwania prawa i innych zasobów Internetu lub sieci korporacyjnej.



Według badań przeprowadzonych na zlecenie Komisji Europejskiej głównym motywem podróży koleją jest rekreacja (70 proc.). Jednak istotny odsetek krajowych i regionalnych podróży kolejowych stanowi dojazd do pracy lub szkoły – jest to 10 proc., a kolejne 10 proc. stanowią podróże służbowe. W Polsce jest to odpowiednio 9 proc. i 8 proc.<sup>55</sup> Dojazdy do szkoły i pracy mają rozmaity charakter – niekiedy jest to krótki odcinek, na którym nie ma szans na studiowanie materiałów. Czasami jednak podróż trwa na tyle długo, że pod warunkiem sprawnego internetu umożliwia czytanie, analizę danych, a nawet czynną pracę.

Możliwość dostępu do dobrego przesyłu danych, aby korzystać z internetu do rekreacji (serwisy streamingowe, popularne serwisy wideo) jest oczywiście istotna również dla podróżnych, którzy w danym momencie nie pracują, zwłaszcza dla młodszego pokolenia połączenie z internetem jest czymś oczywistym. Mówiąc o „utraconym” czasie, mamy na myśli rachunek ekonomiczny, ale oprócz wartości nominalnej, czas może być spędzony z wyboru na oglądaniu np. ulubionego serialu. Pasażer może też wybrać bycie offline i czytać gazetę albo książkę. Na potrzeby niniejszego rozdziału przyjmujemy jednak, że czas niepoświęcony na pracę oznacza wymierną stratę.

### **Przyjmujemy więc ostrożnie, że:**

- 17 proc. (= 8 proc. + 9 proc.) podróżnych mogłoby pracować w trakcie podróży,
- Praca przewozowa pociągów pasażerskich w Polsce wynosi 22 mld pasażerokilometrów rocznie, tak więc
- Około 3740 mln pasażerokilometrów to skala podróży, w których pasażer chce wartościowo spędzić czas.
- Prędkość podróży jest silnie zróżnicowana, przyjmując prędkość komunikacyjną (z postojami) na poziomie raczej zawyżonym 75 km/h, otrzymamy ostrożne przybliżenie czasu, który podróżni jadący służbowo lub do pracy mogą albo tracić, albo wykorzystać.
- Jest to około 50 mln godzin w roku.
- Wartość godziny pracy jest bardzo zróżnicowana. Jako ekonomiczną wartość 1 godziny pracy przeciętnego podróżnego przyjmujemy średnie wynagrodzenie w Polsce wynoszące około 40 zł / godzinę brutto.
- Brak dostępu do sieci na wybranych odcinkach lub jego słaba jakość na tyle utrudniają pracę w nowoczesnym środowisku biznesowym, że często tracimy wartość pracy na całej trasie. Na potrzeby analiz można przyjąć konserwatywnie, że jest to od ok. 50 do 100 proc.
- Tak więc wartość pracy, której wykonanie zależy od możliwości sprawnej pracy mobilnej w pociągu wynosi co najmniej około 1-2 mld zł/rok.

---

<sup>55</sup>) Dane za: Joanna Raczyńska, Konkurencja w przewozach kolejowych – opinie pasażerów w UE. Omówienie badań, TTS nr 9/2012.

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

---

Warto przy okazji tego wyliczenia zwrócić uwagę, że według szacunków, do których dotarł Zespół Doradców Gospodarczych TOR, nawet na odcinkach, gdzie pokryciem sygnałem „outdoor” w paśmie LTE 900 MHz (takich jak np. linia kolejowa Warszawa – Białystok – Suwałki – granica polsko-litewska czy też odcinek Psary – Katowice – granica polsko-czeska) wynosi niemal 100%, sytuacja z punktu pasażera wygląda zupełnie inaczej.

Ze względu na tłumienie sygnału poprzez konstrukcję pojazdów szynowych, wewnątrz pociągu, pokrycie jest w rzeczywistości dużo niższe. Dla wagonów „starego typu” jest to ok. 75–85% trasy, dla nowszych wagonów ok 35–45% trasy, natomiast dla pojazdów typu Pendolino jedynie 7–10% trasy.<sup>56</sup>

Oczywiście na niektórych liniach można pracować, operatorzy wyposażają wagony w ekstra nadajniki. PKP Intercity poinformowało niedawno, że dostęp do wi-fi zapewnia już w blisko połowie swoich wagonów, czyli 800 z ok. 1600 będących w eksploatacji. Przewoźnik deklaruje, że do 2030 r. wszystkie pojazdy eksploatowane przez spółkę mają mieć dostęp do bezprzewodowego internetu.<sup>57</sup> Tym niemniej strata ekonomiczna, jaka wynika z braku niezawodnej, szerokopasmowej łączności z internetem i sieciami łączności mobilnej, daje podstawy do myślenia o możliwej poprawie. W interesie przewoźnika jest, aby sygnał mógł do pociągów docierać bez ograniczeń. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest w takim przypadku instalacja wzmacniaczy w wagonach oraz wymiana szyb na takie, które nie blokują sygnału.

### FRMCS – Future Railway Mobile Communication System - Przyszły System Mobilnej Łączności Kolejowej

Łączność dla kolei to jednak nie tylko zapewnienie dostępu do dobrej jakości połączenia internetowego dla pasażerów pociągów w celu umożliwienia im pracy i rozrywki. To również dedykowane rozwiązania dla kolei, które mają służyć poprawie bezpieczeństwa i usprawnienia zarządzania ruchem kolejowym.

Prace nad wprowadzeniem wspólnego, europejskiego standardu łączności radiowej trwają od lat '80 XX wieku. Celem jest ułatwienie kolejowego transportu transgranicznego, który nadal boryka się z ponad 20 różnymi systemami bezpieczeństwa kolejowego, różnymi standardami homologacji, językami itd. Dlatego powstał system ETCS (*European Train Control System*), który wykorzystując łączność komórkową GSM-R, miał zapewnić interoperacyjność transportu kolejowego. W Polsce pierwsza umowa na wdrożenie GSM-R na odcinku Legnica – Bielawa Dolna została podpisana w 2011 r. Realizacja kontraktu z 2017 r. na wdrożenie GSM-R na 13 tys. km linii kolejowych, o wartości ok. 3 mld zł, boryka się jednak z wieloma problemami.<sup>58</sup>

Warto podkreślić, że na lata 2022 – 2035, ze względu na schyłkowy technologicznie etap życia, zakłada się migrację od istniejącego systemu GSM-R do nowej technologii.

<sup>56</sup>) Analiza zakładała różne poziomy tłumienia sygnału, zależnie od typu konstrukcji wagonu.

<sup>57</sup>) <https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/pkp-intercity-800-wagonow-z-wifi-bedzie-tylko-lepiej-110906.html>

<sup>58</sup>) <https://www.rynekinfrastruktury.pl/mobile/herkules-infrastruktura-bankrutuje-co-z-nowym-systemem-laczności-na-kolei-83255.html>

## Stabilna łączność wzdłuż linii kolejowych to do 2 mld złotych PKB

Do 2025 r. GSM-R ma być w Polsce dostępny na prawie 14 tys. km<sup>59</sup>, co oznacza ponad 5 tys. km tras<sup>60</sup> niepokrytych tą technologią. W latach 2030 – 2035 ustanie wsparcie systemu GSM-R przez przemysł. Tak więc wsparcie systemu sterowania ruchem pociągów ETCS na poziomie 3 i jego rozwój nastąpi prawdopodobnie w związku z wdrażaniem FRMCS. W instytucjach europejskich trwają prace nad specyfikacją nowego systemu sterowania.

Z punktu widzenia użytkowników, operatorów i producentów składników mobilnych publicznych sieci łączności – zwłaszcza poziomu 5G – istotne jest, że zakłada się wyodrębnienie w FRMCS warstwy aplikacji od warstwy technologii infrastruktury. Możliwe będzie zdefiniowanie odpowiedniego standardu umożliwiającego podejście aplikacyjne. Tym samym sieci komercyjne będą mogły służyć jako warstwa technologiczna – sieć uzupełniająca dla dedykowanej sieci kolejowej albo jako sieć rezerwowa wzmacniająca niezawodność. Dzięki temu możliwe będzie też zapewnienie interoperacyjności GSM-R z FRMCS oraz obsługa różnych niekrytycznych aplikacji kolejowych. Koncepcja FRMCS, podobnie jak ETCS, umożliwi wymienioną wyżej kontrolę integralności (ciągłości pociągu) i wdrożenie tzw. ruchomych odstępów pomiędzy pociągami, co umożliwi zwiększenie przepustowości linii kolejowych i zwiększenie częstotliwości kursowania. Oznacza to także perspektywę zmniejszenia liczby urządzeń przytorowych i kosztów. Równocześnie warto pamiętać, że na potrzeby FRMCS wygoszparowane będą nowe pasma częstotliwości, w tym wyższe niż te wykorzystywane na potrzeby GSM-R. W praktyce oznaczać to będzie konieczność stworzenia siatki obiektów jeszcze gęstszej niż dla obecnego systemu.



<sup>59)</sup> <https://www.plk-sa.pl/o-spolce/biuro-prasowe/multimedia/video/szczegoly/tysiace-kilometrow-bezpiecznych-podrozy-pociagiem-kolej-z-lacznoscia-gsm-r-6038>

<sup>60)</sup> Wg danych UTK w 2022 r. <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/19158,Linie-kolejowe-w-Polsce-podstawowe-parametry.html>

---

## Rozwój technologii telekomunikacyjnych

Bez powszechnego dostępu do internetu oraz telefonii komórkowej trudno obecnie wyobrazić sobie funkcjonowanie społeczeństwa i gospodarki. Obecnie technologie bezprzewodowego dostępu do rozmów głosowych, wiadomości tekstowych, a przede wszystkim przesyłania danych, są czymś normalnym.

W Polsce dostęp do tego typu rozwiązań na skalę masową pojawił się w latach 90. XX w. i w ciągu kolejnych kilkudziesięciu lat osiągnął bardzo szybki rozwój. Postęp w tym obszarze można zobrazować ewolucją, jaką przeszły pierwsze telefony w standardzie GSM z lat 90., nazywane ze względu na duży rozmiar „cegłami”. Dostępne obecnie smartfony w standardzie 5G mogą służyć do znacznie szerszego zastosowania oprócz rozmów telefonicznych i przesyłania wiadomości tekstowych niż to miało miejsce jeszcze kilkanaście lat temu. Ponadto przemysł coraz częściej sięga po rozwiązania sieciowe przeznaczone dla konkretnych obiektów takich jak fabryki czy zakłady produkujące energię. Z punktu widzenia charakterystyki odbiorcy końcowego możemy mówić o dwóch podstawowych kategoriach sieci:

- 1 Sieci publiczne (operatorskie), czyli ogólnokrajowe sieci budowane dla operatorów telekomunikacyjnych.
- 2 Sieci prywatne, czyli zamknięte sieci budowane dla danego przedsiębiorstwa lub instytucji, najczęściej z branży o znaczeniu strategicznym, np. energetycznej czy transportowej.

Dynamiczny rozwój technologii komunikacyjnych oraz rosnące zapotrzebowanie na przesył danych, których użytkownicy i urządzenia wymagają coraz więcej, pociągają za sobą konieczność inwestycji w infrastrukturę telekomunikacyjną. To z kolei oznacza niejednokrotnie bardzo wysokie nakłady na rozbudowę, modernizację i utrzymanie sieci komórkowej.+ W związku z tym podmioty działające na rynku telekomunikacyjnym stosują szereg działań optymalizujących koszty.

## Współdzielenie infrastruktury telekomunikacyjnej (Network Sharing) oraz Sieć jako Usługa (Network as a Service)

### Model Network Sharing

Aby ograniczyć koszty inwestycji, operatorzy telekomunikacyjni najczęściej korzystają ze współdzielenia sieci (z ang. *Network Sharing*), która służy dwóm podmiotom naraz, np. Orange Polska i T-Mobile w ramach JV NetWorks! Ta założona w 2011 r. spółka joint venture jest odpowiedzialna za zarządzanie współdzieloną infrastrukturą. Operatorzy korzystają wspólnie z radiowych sieci dostępowych, jak również określają zasady planowania, eksploatacji, rozwoju i utrzymania sieci. *Network Sharing* ma zastosowanie co do zasady w ogólnokrajowych sieciach publicznych (operatorskich). Można wyobrazić sobie jednak sytuację, kiedy współdzielona jest również sieć PPDR (z ang. *Public Protection & Disaster Relief* – sieć łączności krytycznej), która może mieć np. współdzieloną z operatorami infrastrukturę pasywną (maszty), warstwę transmisyjną lub emisyjną.

<sup>61)</sup> Case study COMARCH „System comarch fault management wspiera inicjatywę Orange i T-mobile w zakresie współdzielenia infrastruktury w Polsce.

W Polsce powstanie takiej sieci jest jedną z podstawowych koncepcji obecnie procedowanej przez rząd nowelizacji ustawy o Krajowym Systemie Cyberbezpieczeństwa (KSC). Choć pierwotna koncepcja jednej, hurtowej sieci 5G (tzw. Polskie 5G) została usunięta z najnowszej wersji projektu, to jednak ustawa wciąż pozostawia przestrzeń na wykorzystanie modelu sieci współdzielonej dla krajowej sieci PPDR, zwłaszcza w zakresie infrastruktury pasywnej.

Model współdzielenia infrastruktury telekomunikacyjnej jest powszechną praktyką wśród operatorów sieci komórkowych. Sieć służąca do transmisji danych w kolejno wdrażanych technologiach GPRS/EDGE (2G), UMTS (3G) oraz LTE (4G) i 5G umożliwia coraz szybszy przesył coraz większej ilości danych do urządzeń mobilnych. Już internet LTE pozwala sprawnie korzystać z zasobów on-line nie tylko w smartfonach, ale również w innych urządzeniach, w tym routerach wi-fi.

Aby zapewnić możliwie szerokie pokrycie sieci oraz odpowiednią przepustowość, a jednocześnie obniżyć koszty, operatorzy sieci komórkowych (MNO) stosują model współdzielenia określonych elementów infrastruktury telekomunikacyjnej.

Sieć, dzięki której działają operatorzy komórkowi, składa się zasadniczo z czterech elementów:

- a)** warstwy pasywnej (maszty, wieże, stacje dachowe – rozumiane jako obiekty bez sprzętu aktywnego umieszczonego na nich),
- b)** warstwy emisyjnej (sprzęt nadawczy – jednostki radiowe, anteny),
- c)** warstwy transmisyjnej (światłowody, radiolinie),
- d)** warstwy core (sieć rdzeniowa).

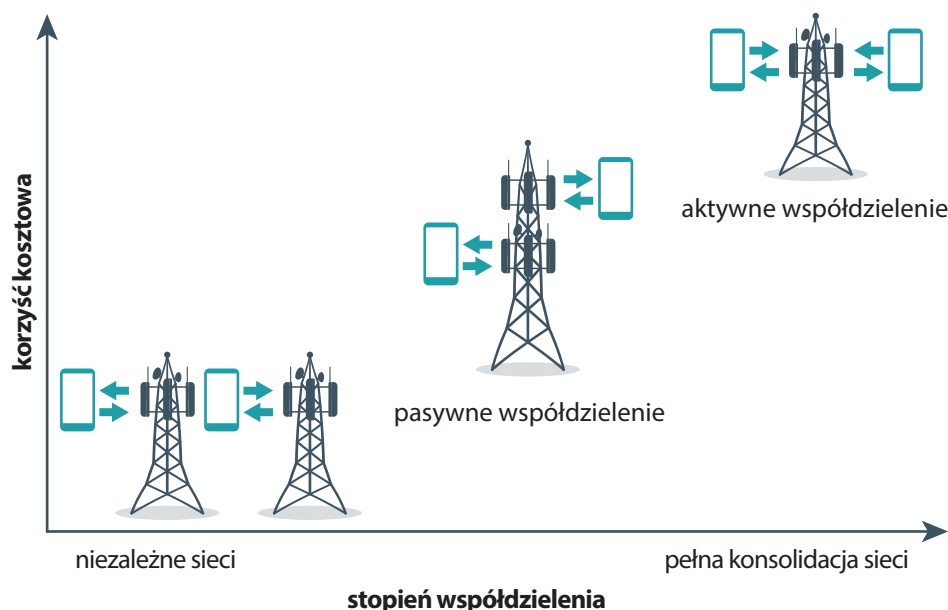
Na rynku telekomunikacyjnym powszechną praktyką jest współdzielenie elementów z punktów a, b i c w różnych konfiguracjach. Współdzielenie sieci rdzeniowej spotykane jest rzadko.<sup>62</sup> Jeśli chodzi o zakres współdzielenia, to zasadniczo można wyróżnić dwa warianty:

- Pasywny *Network Sharing* – sytuacja, w której operatorzy decydują się współdzielić jedynie warstwę pasywną sieci (komponent a). Wtedy na każdym obiekcie umieszczone są po dwa zestawy anten, dwa nadajniki, etc.
- Aktywny *Network Sharing* – sytuacja, w której operatorzy decydują się na możliwie szeroki model współpracy, współdzieląc zarówno warstwę pasywną, jak i aktywną (a, b oraz c). W takiej sytuacji operatorzy korzystają nie tylko z tego samego obiektu, ale również tego samego sprzętu aktywnego, służącego do emisji sygnału (jednostki BBU – *baseband radio unit*, RRU – *remote radio unit*, zestawy antenowe). Najczęściej rozróżnia się wówczas dwa modele współpracy. Model MORAN (*Multi-Operator Radio Access Network*), gdzie współdzielony jest sprzęt oraz model MOCN (*Multi-Operator Core Networks*), gdzie wspólny jest nie tylko sprzęt wykorzystywany do emisji sygnału, ale także same częstotliwości.

---

<sup>62</sup> Przykładem na potwierdzenie tego trendu w Polsce jest niedawna transakcja sprzedaży udziałów spółki Polkomtel Infrastruktura przez Grupę Polsat na rzecz Cellnex Telecom o wartości ponad 7 mld zł. Sieć rdzeniowa Polkomtelu oraz częstotliwości służące do świadczenia klientom sieci w Polsce usług w technologii 5G, jak również 2G/3G/4G (LTE) pozostała w Grupie Polsat. <https://www.telko.in/transakcja-sprzedazy-polkomtel-infrastruktura-na-rzecz-cellnex-telecom-sfinalizowana>

### Model korzyści kosztowych związanych ze współdzieleniem sieci.



Źródło: opracowanie własne na podstawie CMS Network Sharing Study 4th edition.

W sytuacji, gdy operatorzy dzielą tylko infrastrukturę pasywną w postaci masztów, inne elementy, takie jak jednostki RRU i BBU oraz anteny, pozostają oddzielne. W pokazanej na ilustracji graficznej przykładowej oznacza to, że dwa urządzenia mobilne będące w dwóch różnych sieciach operatorskich łączą się z oddzielnymi stacjami bazowymi, które jednak znajdują się fizycznie na tym samym obiekcie.

Już to rozwiązanie przynosi wymierne korzyści. W teorii, oszczędności na pasywnej warstwie infrastruktury mogą sięgać aż 50 proc. W praktyce, jako że obiekty mogą wymagać dodatkowych wzmocnień, a operatorzy wciąż inwestują w oddzielny sprzęt aktywny (emisyjny i transmisyjny), całkowita potencjalna redukcja wydatków inwestycyjnych i operacyjnych (TCO – całkowity koszt posiadania<sup>63</sup>) jest mniejsza. Według szacunków wynosić może od 30 do 37 proc., w zależności od przyjętych rozwiązań technicznych. Przy znacznie szerszym modelu współpracy, czyli współdzielenia zarówno warstwy pasywnej, jak i aktywnej (a także transmisyjnej – komponenty a, b oraz c) operatorzy korzystają zarówno z tych samych masztów, jak również anten, nadajników i łączy transmisyjnych. W tym wariantcie możliwa do osiągnięcia redukcja TCO przy współpracy dwóch operatorów mogłaby wynosić teoretycznie aż do 50 proc. W praktyce jednak, jako że część kosztów może ulec wzrostowi, zależnie od specyfikacji technicznej w okresie 15 lat, realne oszczędności powinny się mieścić w przedziale od 39 do nawet 48 proc.

Poza aspektem czysto ekonomicznym, dochodzą również korzyści w wymiarze przestrzennym i środowiskowym. Bez współdzielenia infrastruktury konieczne jest jej zagęszczenie dla zapewnienia pełnego pokrycia własnej sieci. Innymi słowy, liczba „niezależnych” masztów musiałaby być znacznie wyższa. Duże zagęszczenie podobnych obiektów na danym obszarze to potencjalne konflikty o dostępne miejsca do ich lokalizacji, wyższe koszty środowiskowe oraz zajęcie większej części krajobrazu przestrzennego na obiekty masztowe i towarzyszące im urządzenia.

<sup>63</sup>) TCO rozumiany jest w tej kalkulacji jako całkowity koszt sieci z pominięciem kosztów energii elektrycznej i kosztów związanych z siecią rdzeniową core (dla wyliczeń przyjęto okres 15-letni).

### Model Network as a Service (NaaS)

Mówiąc o optymalizacji infrastruktury telekomunikacyjnej, trudno nie wspomnieć o coraz popularniejszym dziś modelu *Network as a Service* (z ang. sieć jako usługa, dalej: NaaS). Model ten pozwala nie tylko na wygenerowanie oszczędności związanych z budową i utrzymaniem sieci, ale też może znacząco uprościć cały proces tworzenia i zarządzania infrastrukturą.

**NaaS to rozwiązanie, w którym dany podmiot zamiast samodzielnie budować sieć publiczną (np. operator telekomunikacyjny) lub prywatną (np. firma z branży energetycznej) zleca jej dostarczenie zewnętrznemu partnerowi.** W modelu NaaS sieć budowana jest dla klienta według jego specyfikacji, a zewnętrzny partner (operator infrastrukturalny) po jej wybudowaniu udostępnia ją inwestorowi i utrzymuje w zamian za cykliczne opłaty.

#### Do głównych zalet NaaS należą:

- 1 Niższy koszt początkowy dzięki rozłożeniu nakładów na sieć w czasie – w modelu NaaS to dostawca sieci, a nie inwestor zainteresowany jej powstaniem pokrywa początkowy koszt jej budowy i dalsze modernizacje. Z punktu widzenia klienta następuje zamiana jednorazowego, często ciężkiego do sfinansowania nakładu inwestycyjnego, dużo niższymi, rozłożonymi w czasie płatnościami. Co istotne, taki profil finansowania dużo lepiej oddaje sposób korzystania z inwestycji. W końcu korzyści z sieci (oraz przychody z usług na niej oferowanych) klient również realizuje dopiero wraz z biegiem czasu.
- 2 Wspecjalizowany podmiot opiekuje się siecią i dba o jej dalszy rozwój techniczny. Jest to szczególnie istotne w sieciach prywatnych, które muszą zapewnić ciągłość działania, odpowiednią przepustowość oraz być stale modernizowane.
- 3 W przypadku sieci publicznych (operatorskich) i krytycznych (jak sieć PPDR) oddanie zarządzania w ręce tzw. *Neutral Host*, czyli niezależnego operatora infrastruktury, zwiększa szanse na jej efektywne współdzielenie, a przez to generuje znaczące oszczędności. Z punktu widzenia społeczeństwa i państwa zwiększa to szanse na wyeliminowanie białych plam tam, gdzie występuje ograniczony dostęp do sieci mobilnych. Dotyczy to również standardu 5G, kiedy rozwój najnowszych technologii nie ma uzasadnienia ekonomicznego dla pojedynczego operatora.<sup>64</sup> Przykładem zastosowania zmierzającym w kierunku implementacji modelu NaaS w praktyce, jest zarządzanie przez firmę Cellnex siecią telekomunikacyjną operatora Polkomtel, wraz z warstwą emisyjną. Koncepcja ta wydaje się bardzo atrakcyjna, mając na uwadze szacunki, że do 2030 r. transmisja danych wzrośnie aż pięciokrotnie w stosunku do poziomu z 2020 r., co oznacza konieczność inwestycji w infrastrukturę telekomunikacyjną.<sup>65</sup>

<sup>64</sup>) <https://www.telko.in/wiecej-prywatnych-sieci-5g-na-polskim-ryнку-w-2022-r>

<sup>65</sup>) <https://whatnext.pl/grupa-cyfrowy-polsat-wyniki-2020/>

## Rozwój technologii telekomunikacyjnych

---

Aby odpowiedzieć na rosnącą transmisję danych, konieczny jest dalszy rozwój sieci i jej pojemności w sposób najbardziej efektywny kosztowo. Kiedy Grupa Cyfrowy Polsat odnotowuje dodatkowy popyt na usługi łączności, co pociąga za sobą zwiększenie przychodów i pojawienie się nowych środków na inwestycje, operator może zgłosić do swojego operatora infrastrukturalnego, w tym wypadku Cellnexu, zapotrzebowanie na nowe usługi emisji czy transmisji danych. Odpowiedzialność za zapewnienie odpowiedniej infrastruktury leży po stronie Cellnex.

### Jak komentują to przedstawiciele Grupy Cyfrowy Polsat:

„Strategiczny zamysł partnerstwa z Cellnex oparty jest o koncepcję współdzielenia aktywnej i pasywnej infrastruktury, w ramach której operator mobilny skupia się przede wszystkim na zapewnieniu najwyższej jakości produktów i usług i maksymalnej satysfakcji klientów, którzy z nich korzystają, podczas gdy operator infrastrukturalny jest odpowiedzialny za dostarczenie zamówionej pojemności sieciowej w sposób najbardziej efektywny kosztowo.”<sup>66</sup> Model NaaS może wykraczać poza sieci publiczne (operatorskie). Drugim polem do zastosowania modelu NaaS jest obszar sieci prywatnych. Są to dedykowane sieci niepołączone z sieciami publicznymi, przeznaczone dla konkretnych lokalizacji, gdzie szczególnie istotne są niezawodność i bezpieczeństwo. Najczęściej spotykane zastosowania to np. energetyka (elektrownie atomowe), przemysł naftowy (rafinerie) czy logistyka i transport (lotniska, porty, terminale logistyczne).

Dotychczas największą przeszkodą dla rozwoju segmentu sieci prywatnych w Polsce był brak dedykowanego pasma. W kwietniu 2023 r. UKE ogłosił jednak, że jeszcze w tym samym roku ruszy wydawanie pozwoleń radiowych dla tego typu sieci w paśmie 3800 – 4200 MHz.<sup>67</sup>

### Infrastruktura drogowa i telekomunikacyjna w modelu NaaS

Szczególne znaczenie modelu NaaS i współdzielenia sieci w sferze białych plam widoczne jest w transporcie drogowym i kolejowym. Podmiot działający w modelu Neutral Host może zbudować dedykowaną infrastrukturę w takich obszarach we współpracy z operatorem linii kolejowej lub zarządcą drogi, a następnie udostępnić ją operatorom telekomunikacyjnym w modelu współdzielenia.

Jak wykazaliśmy w rozdziale raportu dotyczącym inwestycji w drogi krajowe, w Polsce w ciągu ostatnich 20 lat nastąpił ogromny skok, jeśli chodzi o długość sieci drogowej i jej jakość. W typowym modelu rozwoju gospodarka przemysłowo-usługowa zostaje uzupełniona przez gospodarkę cyfrową. Szybkie przejście z gospodarki przemysłowej i usługowej do rozwoju napędzanego cyfrowo następuje poprzez połączenie nowoczesnej infrastruktury fizycznej (drogi, koleje, w tym koleje dużych prędkości, lotniska, w tym np. CPK) z najnowszymi rozwiązaniami cyfrowymi.

<sup>66</sup>) Cyt. za <https://gsmonline.pl/artykuly/cyfrowy-polsat-strategia-wspoldzielenie-sieci-5g-cellnex>

<sup>67</sup>) <https://www.telepolis.pl/wiadomosci/prawo-finanse-statystyki/prawdziwe-5g-coraz-blizej-sieci-w-pasmie-3-8-4-2-ghz-juz-od-wakacji>



Polska wydaje ponad 7 proc. PKB na inwestycje w infrastrukturę, co stanowi drugi najlepszy wynik w Europie po Finlandii.<sup>68</sup> To wyróżnia polską gospodarkę w skali europejskiej i należy wykorzystać ten atut, łącząc fizyczną infrastrukturę z najnowszymi rozwiązaniami telekomunikacyjnymi. W tym kontekście model Network as a Service może oznaczać, że inwestor prywatny zrealizuje inwestycję w infrastrukturę telekomunikacyjną z własnych środków i następnie udostępni ją operatorom komórkowym oraz zarządcom krajowej infrastruktury publicznej (np. drogowej – GDDKiA, kolejowej – PKP PLK czy lotniskowej – CPK). W obecnych warunkach rosnącej inflacji jest to efektywne rozwiązanie, pozwalające zaoszczędzić publiczne środki. Bez zapewnienia odpowiedniej jakości sieci telekomunikacyjnej nie uda się np. na większą skalę wprowadzić autonomicznych przejazdów w transporcie drogowym. Przedsięwzięcia takie jak pilotaż autonomicznego autobusu w Gdańsku w 2021 r.<sup>69</sup> czy rozpoczęty w tym roku pilotażowy projekt 30 autonomicznych taksówek w San Francisco, kursujących w godzinach nocnych<sup>70</sup>, wymagają dobrze rozbudowanych sieci 4G, a najlepiej 5G.

Na rynku pojawiają się jednak rozwiązania dużo prostsze i o większym potencjale skalowania, które również wymagają niezawodnego dostępu do sieci. Przykładowo mobilne płatności w transporcie, gdzie rozpoczęcie automatycznej płatności za przejazd następuje w momencie wejścia do pojazdu lub przejechania określonego odcinka na płatnym odcinku drogi publicznej. Zakończenie naliczania opłaty ma miejsce, kiedy pasażer opuści pojazd lub pojazd zjedzie z płatnego odcinka autostrady. Identyfikacja pasażera na podstawie smartfona umożliwi podróż bez fizycznych biletów, konieczności ich walidacji czy też kasowania. Tego typu rozwiązania optymalizują działanie drogowych czy parkingowych systemów poboru opłat, a dla użytkowników oznaczają wygodę oraz oszczędność czasu, jak również pieniędzy w sytuacji, gdy płatność odbywa się za faktycznie przejechany odcinek.

W gospodarce opartej na swobodnym przepływie informacji coraz większe znaczenie mają też tzw. sieci prywatne, budowane pod kątem konkretnych rozwiązań czy też firm działających np. w energetyce lub innej branży, gdzie niezawodność, bezpieczeństwo i ciągłość usługi są najważniejsze.

---

<sup>68</sup>) <https://businessinsider.com.pl/gospodarka/makroekonomia/inwestycje-budowlane-polska-w-czolowce-europy-oto-gdzie-powstaja-obecnie-najwieksze/8jwj87e>

<sup>69</sup>) <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/gdansk-autonomiczny-bus-na-cmentarzu-podsumowanie-pilotazu-72156.html>

<sup>70</sup>) <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/gdansk-autonomiczny-bus-na-cmentarzu-podsumowanie-pilotazu-72156.html>

## Podsumowanie i rekomendacje

---

Dostępność stacjonarnej i mobilnej infrastruktury telekomunikacyjnej w Polsce, mimo dynamicznego rozwoju, nie jest jeszcze na poziomie charakterystycznym dla gospodarki wysoko rozwiniętej. Co najmniej 3 mln gospodarstw domowych nie ma dostępu do stacjonarnych łączy o przepływności przynajmniej 100 Mb/s. 99,9 proc. ogółu gospodarstw domowych w Polsce jest w zasięgu usług technologii LTE świadczonych przez przynajmniej jednego operatora. Od unijnej średniej odstawiamy natomiast znacznie pod względem dostępu do sieci 5G, której zasięg jest niemal dwa razy mniejszy niż w innych krajach Wspólnoty. Warto zwrócić uwagę, że dostęp ten jest wciąż realizowany na wcześniej alokowanych częstotliwościach, a nie pasmach pionierskich 5G. Ponadto na odcinkach dróg krajowych oraz głównych szlakach kolejowych nadal występują białe plamy, jeśli chodzi o zasięg i to zarówno 5G, jak i nawet 4G. W zdecydowanej większości krajów Unii Europejskiej szybkość mobilnego internetu szerokopasmowego jest wyższa niż w Polsce.

Tymczasem rozwój gospodarki cyfrowej – opartej na wiedzy, internetu rzeczy czy pojazdów autonomicznych (zarówno na drogach, jak i kolei) będzie wymagał w nadchodzących latach pełnego pokrycia całego kraju wysokiej jakości sygnałem. Potrzeba inwestycji w tym sektorze jest znaczna i będzie rosła w miarę upowszechniania się pracy zdalnej oraz rozwoju usług, a tym samym transferu danych.

Samą tylko roczną wartość pracy możliwej do wytworzenia w trakcie służbowych podróży kolejowych można ostrożnie szacować na 1-2 mld zł, pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej jakości i przepustowości połączenia. Liczba aktywnych zawodowo i jednocześnie korzystających z pracy zdalnej będzie systematycznie wzrastała, przekraczając poziom 2,5 mln osób już w 2023 r. W tym kontekście niezbędne będą dalsze inwestycje w zakresie zapewnienia sygnału dobrej jakości na trasach kolejowych. Podobnie planowane wprowadzenie technologii FRMCS w obszarze transportu kolejowego zamiast dodatkowych kosztów może oznaczać synergię, jeśli oprócz budowanej obecnie na potrzeby systemu GSM-R sieci masztów do zapewnienia łączności z pociągami będzie można wykorzystać nadajniki kolokowane na istniejącej, „cywilnej” infrastrukturze operatorskiej.

Problem braku odpowiedniej jakości połączenia, a nawet pokrycia zasięgiem, dotyczy nie tylko infrastruktury kolejowej, ale również drogowej. O ile prywatni inwestorzy – w przypadku wielkopowierzchniowych inwestycji komercyjnych – np. biurowców i centrów handlowych zapewniają pełne pokrycie sygnałem GSM od momentu oddania obiektów do użytku – za pomocą systemów DAS, o tyle w przypadku dużych projektów infrastrukturalnych brakuje świadomości i dobrych praktyk w zakresie zapewnienia warstwy telekomunikacyjnej przez inwestora. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest skomplikowany i długi, nawet 10-letni, proces przygotowania nowych inwestycji. Plany sprzed dekady nie zakładały tak szybkiego rozwoju potrzeb i technologii komunikacyjnych, nie mówiąc o standardach typu 5G. W efekcie nawet w nowo oddawanych obiektach tunelowych (np. tunel warszawskiej obwodnicy pod Ursynowem w pierwszych miesiącach użytkowania) brakuje sygnału o odpowiedniej jakości. Na głównych trasach kolejowych, w tym zmodernizowanych w ostatnich latach, sytuacja jest podobna (np. Centralna Magistrala Kolejowa).

---

## Podsumowanie i rekomendacje

### Jakie powinny być rekomendacje?

#### Po pierwsze – Wizja

Unia Europejska postawiła sobie za cel, by Europa stała się do 2030 r. „najbardziej połączonym kontynentem”. Stąd duży nacisk na rozwój cyfryzacji i gospodarki opartej na wiedzy i zapewnienie jak największej liczby usług w formie zdalnej. Trend ten przyspieszyła pandemia, KE zakłada zapewnienie nieprzerwanej łączności w standardzie 5G na terenach zurbanizowanych oraz na głównych szlakach komunikacyjnych do 2025 r., a na całym zaludnionym obszarze do 2030 r. W wielu krajach UE prowadzone są już badania i testy technologii 6G.<sup>71</sup>

Dobry zasięg sieci o wysokiej przepustowości nie powinien być jednak celem samym w sobie. Coraz większe znaczenie cyfrowej gospodarki oznacza konieczność zbierania, analizowania i integracji gigantycznych ilości danych w czasie rzeczywistym do różnego rodzaju zastosowań, w tym przemysłowych czy też transportowych. Nowoczesna warstwa łączności stanowi warunek konieczny dla zachowania konkurencyjności gospodarki krajowej oraz europejskiej. Ten element konkretnych zastosowań i możliwych efektów synergii telekomunikacji z innymi gałęziami gospodarki powinien być najważniejszym elementem wizji budowy silnej gospodarki krajowej.

Elementem polskiej wizji powinno być w związku z tym takie kształtowanie infrastruktury telekomunikacyjnej w obszarze sieci transportowej, aby po pierwsze, zapewnić odpowiedniej jakości zasięg. Znajduje to potwierdzenie w założeniach Krajowego Planu Odbudowy, który przewiduje m.in. powstanie 4200 stacji bazowych dostarczających usługi 5G na obszarach wiejskich.<sup>72</sup> W praktyce jednak nie wystarczy budowa nowych stacji bazowych wzdłuż szlaków komunikacyjnych, lecz należy również zatroszczyć się o to, aby operatorzy infrastruktury transportowej i przewoźnicy traktowali warstwę łączności jako jeden z fundamentalnych obszarów odpowiedzialności, a zarazem źródło satysfakcji pasażerów. To uwypukla wagę takich działań jak rozwój instalacji wewnątrzbudynkowych typu DAS na dworcach i w tunelach, czy też modernizacje taboru kolejowego w celu zapewnienia sygnału wewnątrz pociągów. Po drugie, biorąc pod uwagę wyzwania budżetowe i mając w perspektywie wprowadzenie technologii kolejnej generacji, należy utrzymać w ryzach koszty inwestycji.

Potrzeby i parametry sukcesu dla infrastruktury drogowej i kolejowej będą różne. Biorąc jednak pod uwagę długotrwały proces planowania i projektowania inwestycji publicznych – wizja powinna być wystarczająco ambitna, żeby jej realizacja nadążała za dynamicznym rozwojem technologii i zapotrzebowaniem na transmisję danych. Czy polska infrastruktura jest gotowa, by zapewnić bezpieczne korzystanie z samochodów autonomicznych, które wymagają stałego dostępu do internetu? Czy infrastruktura kolejowa jest przygotowana na pociągi bez maszynistów, które wozily pasażerów chociażby podczas Mistrzostw Świata w Katarze? Wizja musi być wystarczająco pojemna, aby zapewnić warunki do rozwoju tych usług na światowym poziomie.

<sup>71</sup>) <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/events/europe-sets-out-6g-vision-mwc-barcelona>

<sup>72</sup>) <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-na-lata-2021-2027/krajowy-plan-odbudowy/transformacja-cyfrowa/>

## Podsumowanie i rekomendacje

---

### Po drugie – Planowanie

Planując i projektując obiekty komunikacyjnej infrastruktury liniowej, a także budynki użyteczności publicznej, należy uwzględniać konieczność zapewnienia zasięgu o dużej przepływności wewnątrz obiektów i budowli, w tym zwłaszcza tuneli.

Ustawodawca powinien wspierać rozwój sieci, albowiem ma to bezpośredni wpływ na stworzenie warunków do wzrostu gospodarczego i poprawę jakości życia wszystkich obywateli. Ze względu na charakterystykę sieci 5G – zastosowanie pasma o wyższej częstotliwości (tzw. C-Band) – niezbędne będzie zagęszczenie siatki stacji nadawczych, co leży w interesie zarówno operatorów, jak i użytkowników. W tym celu należy stworzyć mechanizmy ułatwiające budowę nowych obiektów masztowych np. na nieruchomościach należących do samorządów lub Skarbu Państwa w taki sposób, aby pokryć zasięgiem sieci 5G jak największy obszar kraju.

Budowanie oraz projektowanie infrastruktury liniowej dla pełnego wykorzystania potencjału cyfrowych rozwiązań, powinno uwzględniać rozwiązania telekomunikacyjne w perspektywie gwałtownego wzrostu zapotrzebowania na transmisję danych. Infrastrukturę telekomunikacyjną powinno się rozwijać w podobny sposób jak drogi, czyli z uwzględnieniem prognoz ruchu. Warstwa connectivity stanowi ważny i potrzebny element krajowych inwestycji infrastrukturalnych takich jak lotniska, drogi, koleje i powinna być planowana już na początkowym etapie przygotowania projektu, a nie po jego realizacji.

### Po trzecie – Współpraca

Rozwój publicznych sieci łączności w najnowszych technologiach wzdłuż szlaków transportowych wymaga współpracy wielu graczy – ustawodawcy, krajowego regulatora rynku, samorządów, zarządców lotnisk, dróg i linii kolejowych, operatorów komórkowych, jak również dostawców rozwiązań telekomunikacyjnych.

Wszyscy interesariusze tego rynku powinni dążyć do inwestowania w infrastrukturę telekomunikacyjną – w pierwszej kolejności na obszarach zurbanizowanych oraz wzdłuż szlaków transportowych. W odniesieniu do szlaków kolejowych pozwoli to na pełne korzystanie z łączności przez pasażerów z korzyścią dla gospodarki. Na drogach i autostradach umożliwi to w dalszej perspektywie dopuszczenie do ruchu pojazdów autonomicznych, z zachowaniem pełnego bezpieczeństwa.

Może okazać się, że niezbędne dla realizacji tego celu byłyby również rozwiązania ustawowe, które jasno stanowiłyby, że instytucje odpowiedzialne za budowę infrastruktury transportowej, powinny skupiać się również na zapewnieniu dla niej odpowiednich rozwiązań z zakresu łączności.

### Po czwarte – Technologia i optymalizacja kosztów

Dostęp do internetu oraz telefonii komórkowej w ciągu kilku dekad stały się fundamentem funkcjonowania społeczeństwa i gospodarki. Technologie bezprzewodowego dostępu do rozmów głosowych, wiadomości tekstowych, a przede wszystkim przesyłania danych, są czymś normalnym. Dalszy rozwój nowoczesnej gospodarki opartej na wiedzy wymaga jednak zapewnienia odpowiedniej dostępności mobilnej transmisji danych wysokiej jakości – zarówno na potrzeby konsumentów, użytkowników biznesowych, jak i operatorów sieci prywatnych oraz alarmowych.

Wobec wyzwań spowodowanych m.in. skokowym wzrostem cen energii oraz materiałów budowlanych i – co za tym idzie – kosztów inwestycji infrastrukturalnych, warto sięgnąć po sprawdzone narzędzia optymalizujące nakłady na sieci telekomunikacyjne.

Jednym z rozwiązań umożliwiających obniżenie kosztów wybudowania i utrzymania infrastruktury jest zastosowanie modelu Network-as-a-Service w inwestycjach drogowych oraz kolejowych. To rozwiązanie, w którym inwestor prywatny realizuje inwestycję w warstwę łączności z własnych środków i następnie udostępnia ją inwestorowi, np. GDDKiA, PKP PLK albo CPK.

Umożliwia to obniżenie kosztów przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjności i wdrożeniu najnowszych rozwiązań technologicznych. Szybkie przejście z gospodarki przemysłowej i usługowej do rozwoju napędzanego cyfrowo poprzez połączenie nowoczesnej infrastruktury fizycznej (drogi, koleje, w tym koleje dużych prędkości, lotniska, w tym np. CPK) z najnowszymi rozwiązaniami cyfrowymi, będzie miało istotny wpływ na dalsze tempo wzrostu gospodarczego w Polsce.

## Wykaz skrótów

---

- 5G** technologia mobilnej transmisji danych piątej generacji, charakteryzująca się wyższą przepływnością i niskimi opóźnieniami
- BBU** *baseband radio unit* – moduł sterujący stacji bazowej
- CPK** Centralny Port Komunikacyjny
- CUPT** Centrum Unijnych Projektów Transportowych
- DŚU** decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach
- ETCS** *European Train Control System*
- FRMCS** *Future Railway Mobile Communication System*
- GDDKiA** Główna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
- GSM-R** *GSM-Railway* - kolejowa odmiana cyfrowej łączności komórkowej GSM
- LTE** *Long Term Evolution* – standard transmisji danych czwartej generacji
- MNO** *Mobile Network Operator* – operator sieci komórkowej
- NaaS** *Network as a Service* – model pozwalający optymalizować inwestycje w sieci telekomunikacyjne
- PKP PLK** PKP Polskie Linie Kolejowe
- PMR** *Professional Mobile Radio* – zamknięte systemy komunikacji radiowej
- PPDR** *Public Protection & Disaster Relief* – sieć łączności krytycznej
- RRU** *remote radio unit* – moduł radiowy stacji bazowej
- STEŚ** Studium Techniczno-Ekologiczno-Środowiskowe
- STEŚ-R** STEŚ z elementami koncepcji programowej
- TCO** *Total cost of ownership* – całkowity koszt posiadania
- VHCN** *Very High Capacity Network* – superszybkie łącza
- ZRID** Zezwolenie na Realizację Inwestycji Drogowej



