

Korzyści z sieci komórkowych 5G dla branży geodezyjnej

Geodezja na sterydach

Uruchomienie sieci piątej generacji pozwoli nie tylko szybciej ściągać filmiki z YouTube'a. Dla szeroko rozumianej branży geoinformatycznej oznacza to sprawniejsze wykonywanie prac terenowych, możliwość rozwijania innowacyjnych usług, a także dodatkowe zlecenia na dane przestrzenne.

Jerzy Królikowski

Liczby w tabeli obok robią wrażenie. Przynajmniej w teorii sieci 5G powinny zapewnić transfer danych na poziomie nawet 20 gigabitów na sekundę z opóźnieniem raptem kilku milisekund, a na jednym kilometrze kwadratowym z zalet tej technologii może korzystać nawet milion urządzeń! W porównaniu z obecnie funkcjonującymi sieciami 4G (LTE) oznacza to przełom w telekomunikacji.

Na razie jednak z 5G jest trochę jak z yeti – choć wszyscy o tym mówią, to przeciętny konsument nie ma możliwoś-

Porównanie osiągnięć sieci 4G i 5G

	4G	5G
Maksymalna prędkość transmisji	1 Gb/s	20 Gb/s
Prędkość dostępna w praktyce dla użytkownika	10 Mb/s	100 Mb/s
Latencja	10 ms	1 ms
Dopuszczalna prędkość urządzenia	350 km/h	500 km/h
Maksymalne zagęszczenie urządzeń odbiorczych	100 000 urządzeń/km ²	1 000 000 urządzeń/km ²
Efektywność zużycia energii	1x	100x
Efektywność wykorzystania spektrum	1x	3x

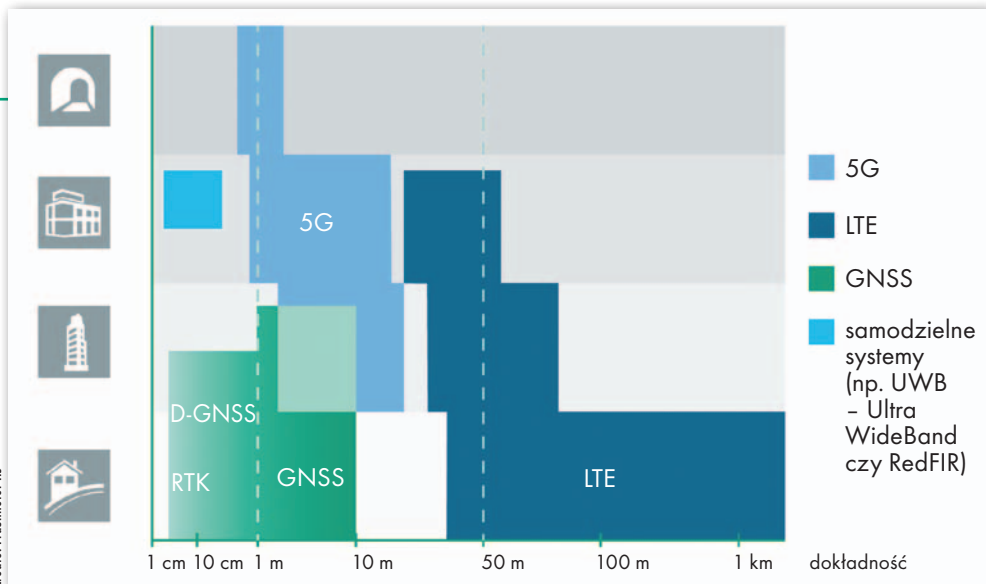
Na podstawie danych Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego (ITU)

ci sprawdzenia tych zalet w praktyce. Ale wszystkie znaki na niebie i ziemi wskazują, że bardzo szybko się to zmie-

ni. Na rynek trafiają bowiem pierwsze smartfony obsługujące ten standard, kolejne kraje budują testowe sieci 5G, toczą



Mobilna aplikacja ContextCapture firmy Bentley Systems pozwala opracować w chmurze model 3D na podstawie zdjęć z komórki, a także przeglądać go na ekranie smartfona. Dziś może się to wydawać gadżetem, ale dzięki sieciom 5G takie rozwiązania z pewnością się upowszechnią



Możliwości standardu 5G na tle innych technologii wyznaczania pozycji

się także prace legislacyjne regulujące wykorzystanie tej technologii. W rezultacie za rok, najdalej dwa stanie się ona „chlebem powszednim”. Już dziś warto więc pomyśleć, w jaki sposób przekuć zalety 5G na lepszą pracę swojej firmy czy urzędu.

• Bez kabli, bez dysków, na żywo

Komfort pracy geodetów zwiększy przede wszystkim znacznie szybsza transmisja danych. Sprawi ona chociażby, że znacznie skróci się „dystans” między biurem a terenem, lub wręcz pozwoli przenieść biuro do smartfona czy tabletu. Możliwie stanie się natychmiastowe przesłanie wyników pomiaru do stacji roboczej w celu ich kontroli i dalszej obróbki. I wcale nie mamy tu na myśli transmisji pojedynczych pikiet, ale przekazywanie zdjęć z dronów czy chmur punktów z LiDAR-ów. Pojawia się zresztą pytanie: skoro taka transmisja będzie możliwa niemal „na żywo”, to czy skanery bądź bezzałogowce w ogóle będą musiały posiadać dyski czy karty pamięci? Z pewnością mniej potrzebne staną się kable do transmisji danych, co otwiera nowe perspektywy miniaturyzacji sprzętu pomiarowego.

Sieci 5G pozwolą także przysyłać duże pliki w odwrotnym kierunku – z biura do ekip terenowych. W ten sposób projektant będzie mógł szybko przekazać geodecie np. kompletny model 3D inwestycji, by ten przeprowadził na jego podstawie tyczenie. Oczywiście pojawi się tu problem efektywnej pracy z takimi danymi na urządzeniach polowych, które z reguły mają słabe moce obliczeniowe. Można go jednak rozwiązać przynajmniej na dwa sposoby – wykorzystując strumieniową transmisję danych bądź coraz powszechniejsze przetwarzanie w chmurze. Z pewnością popularyzacja 5G sprawi, że obie te technologie bardzo zyskają na znaczeniu w geodezji.

• GNSS do lamusa?

Uruchomienie sieci 5G powinno wprowadzić nową jakość również w zakresie wyznaczania pozycji. Geodeci odczują to na przykład przy korzystaniu z korekt RTK czy coraz popularniejszych PPP. Oczywiście większa przepustowość nie będzie w tym przypadku zbyt istotna, bo przecież rozmiar poprawek jest nieznaczny. Niewielkie opóźnienie sygnału oraz wyższa niezawodność transmisji powinny jednak zauważalnie zwiększyć wygodę pomiarów w tych trybach.

Zdecydowanie więcej uwagi warto poświęcić możliwości pozycjonowania z wykorzystaniem sygnałów 5G. Zauważmy bowiem, że już starsze generacje sieci komórkowych pozwalają wyznaczyć współrzędne na podstawie analizy sygnałów z pobliskich masztów telekomunikacyjnych. Dokładność oferowana przez tę metodę była dotychczas kiepska – wynosiła z reguły od kilku kilometrów poza miastami do kilkuset, czasem kilkudziesięciu metrów w miastach. Wiele wskazuje na to, że również w tym zakresie technologia 5G wprowadzi niemałą rewolucję. W ocenie Armina Dammanna i Siwei Zhanga

reprezentujących niemiecką agencję DLR w 80% przypadkach powinniśmy liczyć na dokładność nie gorszą niż 10 metrów, a w optymalnych warunkach nawet około metra. Z kolei wewnątrz budynków błąd ma być jeszcze mniejszy i nie powinien przekraczać 1 metra.

Czemu będziemy zawdzięczać tak znaczący wzrost dokładności? Przede wszystkim temu, że sieci 5G z racji wykorzystywania wyższych częstotliwości wymagają znacznie gęstszej sieci stacji bazowych (ten wątek rozwinie dalej). A gęstsza sieć oznacza dokładniejsze szacowanie współrzędnych urządzenia.

Nie bez znaczenia jest także wykorzystanie szerszego spektrum częstotliwości radiowych, co z kolei pomoże skuteczniej eliminować efekt wielodrożności sygnału. Ogromne znaczenie ma ponadto oferowana przez standard 5G możliwość sięgnięcia po innowacyjne technologie wspierające pozycjonowanie. Jedną z nich jest komunikacja między dwoma urządzeniami, tzw. D2D (Device to Device), dzięki której do wyznaczenia współrzędnych przy użyciu sygnałów komórkowych nie potrzebujemy bezpośredniej łączności z minimum trzema stacjami bazowymi.

Choć na razie rozważania o możliwościach pozycjonowania przy użyciu sygnałów 5G są w dużej mierze teoretyczne, szybko powinniśmy przekonać się o praktycznym znaczeniu tej technologii. Już teraz z dużą dozą prawdopodobieństwa można jednak powiedzieć, że nie odeśle ona rozwiązań GNSS do lamusa. Zwiększy za to powszechność różnego rodzaju nawigacji hybrydowych bazujących na podejściu *sensor fusion*.



Dzięki sieci 5G technologia opracowana przez firmy Mapbox i Sprint pozwala analizować obraz wideo z przedniej szyby samochodu w czasie zaledwie kilku milisekund



Źródło: Bluesky

Przykład analizy zasięgu pojedynczej stacji bazowej 5G na podstawie szczegółowego modelu 3D dostarczonego przez brytyjską firmę Bluesky

● Geoinformatyka rozwija skrzydła

Internet rzeczy, rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, pojazdy autonomiczne, uczenie maszynowe, inteligentne miasta – w ostatnich latach hasła te coraz bardziej ekscytują ekspertów od geoinformacji. Niestety, obecnie dostępne technologie telekomunikacyjne stwarzają wiele barier dla rozwoju tego typu produktów i usług. Pierwszy problem to niewystarczająca przepustowość łączy ograniczająca możliwość przesyłania większych zbiorów danych przestrzennych. Drugim wyzwaniem jest konieczność zapewnienia sprawnej obsługi gęstej sieci urządzeń, a trzecim – osiągnięcie jak najmniejszego opóźnienia transmisji.

Wagę wszystkich tych trzech elementów dobrze ilustruje przykład pojazdów autonomicznych. Jeśli mają zapewniać wysoki poziom bezpieczeństwa, a jednocześnie być relatywnie tanie, część przetwarzania danych pozyskiwanych przez sensory tych aut musi być realizowana w chmurze. To zaś oznacza konieczność sprawnej wysyłki dużych plików i równie szybkiego odbierania wyników analiz, nawet wówczas, gdy w bezpośredniej okolicy podobna komunikacja prowadzona jest z wieloma innymi pojazdami.

Jak widać w tabeli na s. 18, odpowiedzią na wszystkie te problemy jest właśnie sieć 5G. Pozwoli ona nie tylko wyjechać na ulicę autonomicznym samochodem, ale także otwiera możliwości testowania i wdrażania wielu innowacyjnych rozwiązań z zakresu szeroko rozumianej geodezji i kartografii. Jakich? Wydaje się, że mamy idealny moment, by przedsiębiorcy z naszej branży sami spróbowali znaleźć odpowiedź na to pytanie.

Rozwijając skrzydła wyobraźni, można pomyśleć o oprogramowaniu, które pozwalałoby geodecie przeprowadzić okazanie granic w trybie rzeczywistości wirtualnej czy rozszerzonej. Z pewnością sieci 5G pomogą opracować wiele innowacyjnych rozwiązań również dla fotogrametrycznych dronów, usprawniając dostarczenie klientowi gotowego produktu. W kartografii standard ten powinien z kolei wprowadzić nową jakość w zakresie błyskawicznej aktualizacji map. Na stronie Międzynarodowej Federacji Geodetów (FIG) znajdziemy artykuł Koreańczyka Kima Muni, który zaprezentował intrygującą koncepcję znaków granicznych wykorzystujących... technologię internetu rzeczy. W jego ocenie rozwiąże to problem stosowania złożonych procedur czy pracochłonnego wyszukiwania graniczników, gdy okaże się, że zostały one zniszczone lub usunięte.

● Geodezja sprawdzi, czy jesteś w zasięgu

Nim jednak będziemy mogli cieszyć się zaletami sieci 5G, najpierw muszą one w ogóle powstać, do czego potrzeba ogromnej liczby nowych nadajników. Konieczność budowy tych instalacji wynika z wykorzystania sygnałów wyższych częstotliwości, których propagacja jest znacznie bardziej podatna na fizyczne przeszkody – są nimi nie tylko budynki czy elementy rzeźby terenu, ale nawet drzewa. Chcąc zatem zapewnić dobry dostęp do sieci 5G, operatorzy muszą przeprowadzić bardzo szczegółowe analizy zasięgu sygnału. W tym miejscu otwiera się ogromne pole do popisu dla bran-

ży geodezyjnej, która przecież już teraz dysponuje sprawdzonymi technologiami do szybkiego pozyskiwania dokładnych i szczegółowych modeli 3D. Na rynku pojawiły się zresztą pierwsze usługi w tym zakresie – oferują je chociażby brytyjska spółka Bluesky czy amerykańska Here (dawniej kartograficzna część fińskiej Nokii). Ten rynek zbytu wydaje się o tyle atrakcyjny, że przecież w dynamicznie rozwijających się miastach takie analizy trzeba będzie przeprowadzać nie jednorazowo, ale systematycznie.

Niech nikt jednak nie myśli, że wystarczy zainwestować w odpowiednią technologię pomiarową (np. drona czy skaner), by zaważać o to intratne źródło zleceń. Mniejszym wyzwaniem jest tu bowiem samo pozyskanie danych 3D, a zdecydowanie większym – ich analiza. Dobierając optymalne rozmieszczenie nadajników, operator telekomunikacyjny będzie potrzebował modelu podzielonego na różne klasy: zabudowy, terenu czy zieleni. Jeśli taka klasyfikacja ma zostać przeprowadzona w wysokiej szczegółowości dla rozległych obszarów, musi odbywać się automatycznie, a to oznacza konieczność opracowania wydajnych i skutecznych algorytmów sztucznej inteligencji. Oto kolejne ciekawe wyzwania dla branży „geo” związane z rewolucją 5G!

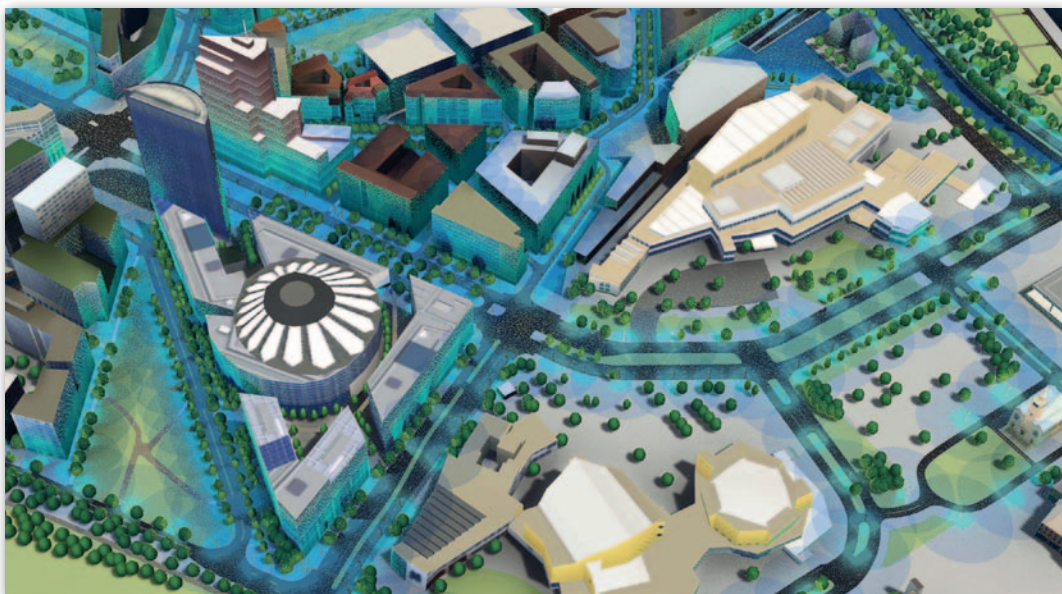
● 5G a sprawa Polska

Nim technologie 5G zawitają nad Wisłą, do rozwiązania pozostaje wiele istotnych kwestii. Kluczowe są ogromne koszty wdrożenia. Zgrubne szacunki mówią, że mowa tu nawet o 20 mld złotych. Oczywiście działające na naszym rynku firmy telekomunikacyjne biedne nie są. Bariery

Firma Here oferuje własną usługę analizy zasięgu nadajników 5G, która bazuje m.in. na danych z jej mobilnych systemów skanowania

finansowe mogą jednak sprawić, że przez długi czas dostępność sieci 5G będzie ograniczona jedynie do największych miast. By nieco ulżyć operatorom, rząd przygotował projekt tzw. megaustawy 5G, która ma ułatwić i obniżyć koszty projektowania oraz budowy sieci tej generacji (w lipcu została uchwalona przez Sejm). W cel ten ma się również wpisywać procedowana obecnie nowelizacja *Prawa geodezyjnego i kartograficznego*, która wprowadza uproszczenia w zakresie narad koordynacyjnych.

Poważny problem stanowią ponadto obowiązujące normy promieniowania elektromagnetycznego. Jak wiosną tego roku alarmował Instytut Łączności, są one u nas tak wyśrubowane (kilkakrotnie bardziej niż w wielu innych europejskich krajach), że w praktyce uniemożliwiają budowę sieci nowej generacji, w których przecież nadajniki muszą być rozmieszczone znacznie gęściej. Oczywiście normy można szybko poluzować nowelizacją rozporządzenia. Sęk w tym, że budzi to w społeczeństwie ogromne kontrowersje związane z rzekomo negatywnym wpływem promieniowania mikrofalowego na zdrowie. Choć brak twardych dowodów naukowych, że sygnały 5G mogą powodować raka, w sieci krąży mnóstwo artykułów, które mówią co innego. Ba! W sklepach internetowych pojawiła się już nawet bogata oferta specjalnej bielizny mającej



Źródło: here

chronić nas przed zgubnym wpływem tych sygnałów. Nastroje te powinna nieco uspokoić wiadomość, że wspomniana megaustawa 5G ma także wprowadzić obowiązek wdrożenia systemu informacyjnego, który pozwoli łatwo sprawdzić na mapie, czy promieniowanie elektromagnetyczne nie przekracza dopuszczalnych wskaźników.

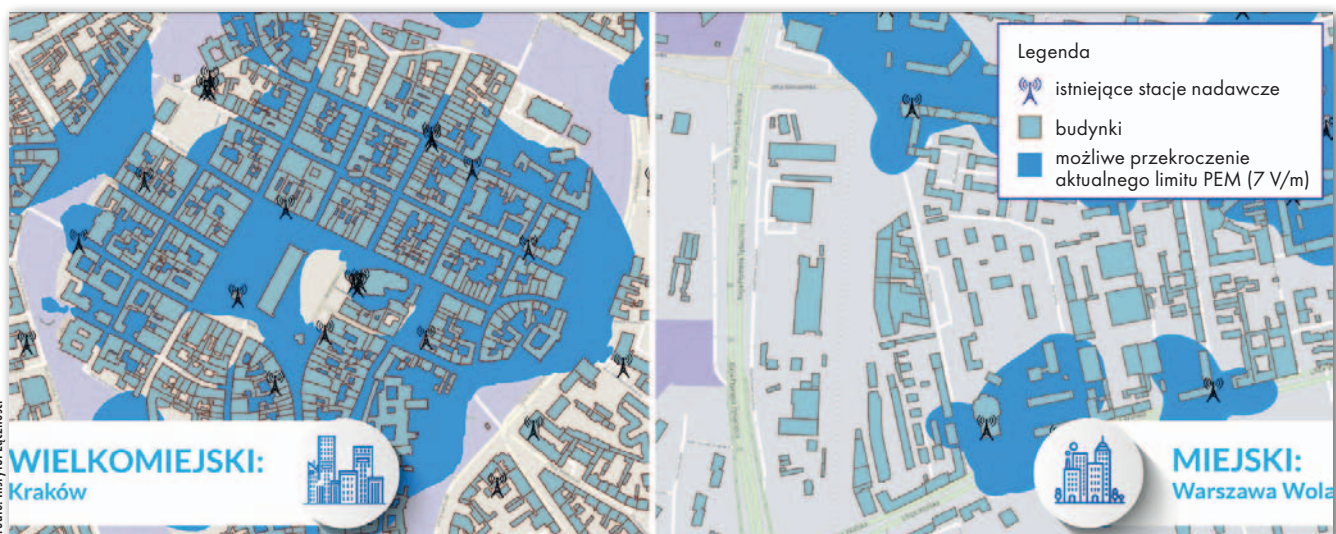
Do listy trudności można jeszcze dopisać panujący obecnie w kraju bałagan z użytkowaniem częstotliwości, a nawet kwestie polityczne, jak niedopuszczenie pewnych firm do wdrażania sieci 5G na naszym rynku. Mowa tu głównie o chińskim Huawei, który został oskarżony przez prezydenta USA Donalda Trumpa o działania szpiegowskie. Rykoszetem wykluczyło to tę firmę z wyścigu do 5G w Polsce (choć w już lipcu nasz rząd zmienił w tej kwestii zdanie).

Kiedy zatem doczekamy się powszechnej dostępności tej technologii? Komisja

Europejska chce, by już w przyszłym roku sygnał 5G był dostępny przynajmniej w jednym dużym mieście każdego państwa członkowskiego, a w 2025 r. – by jego dostępność była „wysoka” (dla Ministerstwa Cyfryzacji priorytetem są miasta oraz główne szlaki drogowe i kolejowe). Mimo problemów wydaje się, że w przypadku Polski terminy te nie są zagrożone. Przykładowo Orange Polska deklaruje, że pierwsze testy 5G ruszą jeszcze w tym roku, zasadnicze wdrożenia rozpoczną się 12 miesięcy później, a powszechna dostępność sygnałów powinna zostać osiągnięta w 2022 roku.

Wygląda więc na to, że rewolucja telekomunikacyjna jest naprawdę blisko. Już teraz warto więc pomyśleć, jak zalety tej technologii mogą usprawnić codzienną pracę geodety i kartografa, abyśmy stali się nie tylko biernymi, ale i czynnymi użytkownikami sieci 5G.

Jerzy Królikowski



Wyniki przeprowadzonej przez Instytut Łączności symulacji poziomów promieniowania elektromagnetycznego na wysokości do 2 metrów nad poziomem terenu dla ruchu prognozowanego w 2025 roku na obecnych stacjach po włączeniu dodatkowych częstotliwości dla 5G