

BRETANIA I POCZĄTKI TELEKOMUNIKACJI SATELITARNEJ

Jan FRANCYK

Politechnika Wrocławska, Wydział Elektroniki
tel.: 71 355 19 12 e-mail: jan.francyk@pwr.edu.pl

Streszczenie: Europejska telekomunikacja satelitarna rozpoczęła rozwijać się w Bretanii. Bretania to najbardziej zachodni region Francji. Region, który w drugiej połowie XX wieku przeżył dynamiczny rozwój gospodarczy dzięki telekomunikacji. Rozwój ten spowodował przeniesienie do Bretanii dużej części wielkiego instytutu z Paryża w ramach decentralizacji. Wiele oddziałów CNET (Centre National d'Études des Télécommun.) przeniesiono do Lannion. Ten manewr spowodował rozwój wielu instytucji o charakterze naukowym, badawczym i produkcyjnym z dziedziny nowych kierunków elektryki. Ważnym elementem stała się tu naziemna stacja telekomunikacji satelitarnej. Bretania może być przykładem tego jak dobrze przemyślane decyzje gospodarcze mogą być motorem rozwoju każdego regionu. Rozwijający się od 1960 roku lokalny sektor telekomunikacyjny pociągnął za sobą rozwój innych dziedzin działalności człowieka.

Słowa kluczowe: Bretania, telekomunikacja satelitarna, rozwój regionu.

1. BRETANIA – MIEJSCE DLA TELEKOMUNIKACJI

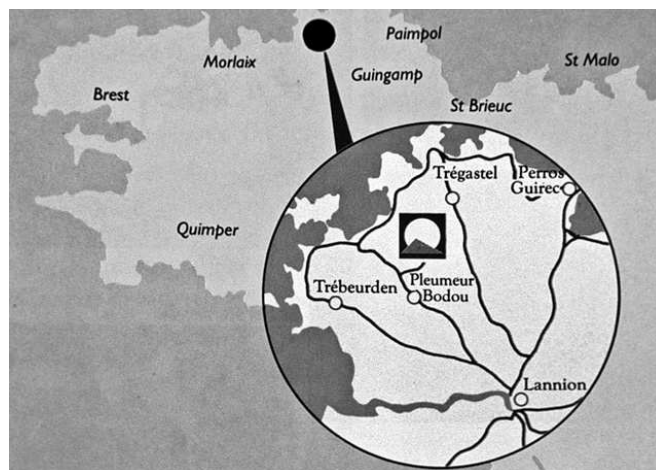
Początki europejskiej części telekomunikacji satelitarnej rozpoczęły się w Bretanii. Bretania to północno-zachodni region Francji, leży na skalistym półwyspie Bretońskim, wciskającym się między Atlantyk i Kanał La Manche. Jest to najbardziej wysunięta na zachód część Francji (rys. 1).

W mrokach historii teren obecnej Bretanii zamieszkiwany był przez nieznaną plemiona, które pozostawiły po sobie ślady w postaci licznych megalitów o nieznanym przeznaczeniu. W starożytności półwysp ten zamieszkiwały plemiona celtyckie. Celtowie nazwali swoją ziemię Armoryką, co w ich języku oznaczało: „kraj nad morzem”. W połowie pierwszego wieku p.n.e. kraj ten został podbity przez Rzymian i skolonizowany na kilka stuleci.

Na przełomie V i VI w. n.e. półwysp zasiedlili Brytowie (też Celtowie) wyparci z Wysp Brytyjskich przez plemiona anglo-saksońskie. W ten sposób starożytna Armoryka stała się Bretanią (Breizh w języku bretońskim). We wczesnym średniowieczu Bretania była hrabstwem i wielkim lennem Korony Francuskiej. Z końcem XIII w. Bretania uzyskuje rangę księstwa, które następnie decyzją króla Franciszka I, w 1532 r. zostaje włączone do Francji.

Tak przemijały kolejne epoki historyczne Bretanii pozostawiając po sobie wiele śladów. Rejon ten, z dużą ilością zabytków z różnych epok historycznych, nie tylko nie został skostniałym muzeum, ale w XX wieku stał się nawet awangardą w dziedzinie nowoczesnych technik związanych z elektrycznością, a szczególnie z technologią i technikami telekomunikacyjnymi [1].

W połowie zeszłego stulecia można było zauważyć w jednym z regionów Bretanii pojawienie się czegoś, co na początku nie pasowało zbyt dobrze do wielowiekowych megalitów. Między ogromnymi megalitami zaczęły pojawiać się znamiona przyszłości – anteny satelitarne. Region ten to Trégor. Piękna kraina nadmorska, w pobliżu większej miejscowości Lannion (rys. 1).



Rys. 1. Półwysp bretoński z centrum europejskiej stacji telekomunikacji satelitarnej w Pleumeur-Bodou koło Lannion

W okresie dość niskiej koniunktury gospodarczej tej krainy (lata 1950–1960) podjęto decyzję ulokowania tu przemysłu lekkiego związanego z elektroniką oraz telekomunikacją [2]. Nie był to jeszcze czas tworzenia tzw. „dolin krzemowych”, ale już podejrzewano, że dziedzina związana z elektrycznością, może być dźwignią rozwoju gospodarczego okolicy.

W związku z taką polityką w 1960 r. przeniesiono z Paryża do Lannion (rys. 1) kilka wydziałów CNET (Centre National d'Études des Télécommunications). Wśród przenoszonych znalazły się wydziały zajmujące się rozwijaniem telekomunikacji powszechnego użytku [2].

W tym samym roku zaczęto budować podwaliny pod pierwszą europejską naziemną stację telekomunikacji satelitarnej. Było to w Pleumeur-Bodou (rys. 1).

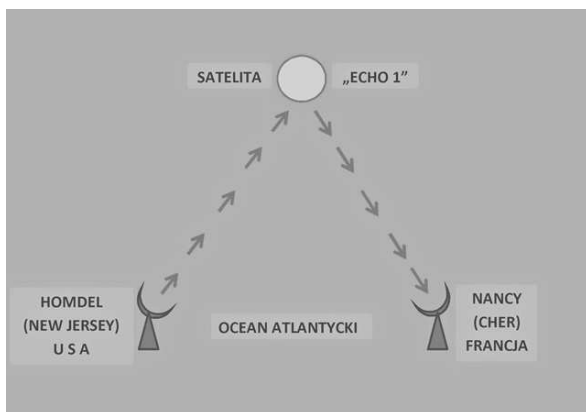
Zanim jednak ruszyła budowa obiektu w Pleumeur-Bodou to kilkanaście lat wcześniej zaczęto myśleć poważnie o telekomunikacji satelitarnej. W wielu krajach ruszyły poważne prace badawcze w tej dziedzinie. Trochę wcześniej, bo już w 1945 roku autor wielu powieści fantastycznych sir Arthur Clarke, przedstawił pierwszy, proponowany schemat globalnej łączności satelitarnej [1, 2].

Do realizacji takich planów potrzebna jest technika raketowa, która zaczęła się rozwijać jeszcze w pierwszej połowie XX wieku. Jako prekursorów tej techniki należy wymienić Konstantina E. Ciołkowskiego (1857–1935) oraz Wernhera von Brauna (1912–1977). Pierwszy z nich zajmował się teorią silników raketowych, a drugi był konstruktorem balistycznych pocisków raketowych.

Dynamiczny rozwój telekomunikacji satelitarnej rozpoczął się jednak dopiero w 1957 roku. Powodem tej dynamiki stał się pierwszy sztuczny satelita Ziemi - Sputnik 1 (ZSRR) [3, 4]. Należy przypomnieć, że jest to okres „zimnej wojny”, a obydwa ówczesne mocarstwa (USA i ZSSR) prowadzą zdecydowaną rywalizację w dziedzinie nowych technologii, mających wpływ na rozwój przemysłu zbrojeniowego. Amerykanie za wszelką cenę chcą odzyskać prymat w dziedzinie podboju kosmosu, i to się im udaje dosyć szybko. W ramach tej działalności NASA uruchamia dwa programy kosmiczne, związane bezpośrednio z telekomunikacją: program „Echo” i program „Telstar”.

2. PROGRAM „ECHO”

Program „Echo” posługiwał się satelitą pasywnym, którego zadaniem było odbijanie fal elektromagnetycznych nadawanych z jednego kontynentu, tak aby mogły być one odbierane na innym kontynencie. Do tego celu został wykorzystany satelita w postaci dużego balonu o średnicy 30 m, wykonany z tworzywa sztucznego (mylar). Aby mógł być dobrym „lustrem” dla fal elektromagnetycznych, balon ten został pokryty cienką warstwą aluminium. Stacja nadawcza znajdowała się w Holmdel (New-Jersey, USA), a stacja odbiorcza w Nançay (dep. Cher, środkowa Francja) (rys.2).



Rys. 2. Pierwszy system telekomunikacji satelitarnej „ECHO”

Satelita „Echo” został umieszczony na orbicie okołoziemskiej 12 sierpnia 1960 roku na średniej wysokości 1700 km nad powierzchnią ziemi. Ta dość niska orbita ograniczała czas jednoczesnej widoczności satelity z Ameryki i Europy do około 5 minut. Oczywiście tak krótki czas transmisji w ciągu jednego cyklu obiegu satelity nie wystarczał na uruchomienie komercyjnej telekomunikacji satelitarnej. Bardzo słabe sygnały docierające na ziemię po odbiciu od satelity nie pozwalały zaś na wystarczająco dobrą transmisję. Program „Echo” okazał się jednak bardzo dobrym poligonem do prowadzenia badań nad możliwościami telekomunikacji satelitarnej. Zdobywano tu również pierwsze poważniejsze doświadczenia z dziedziny automatyki wykrywania sztucznych obiektów znajdujących się w przestrzeni

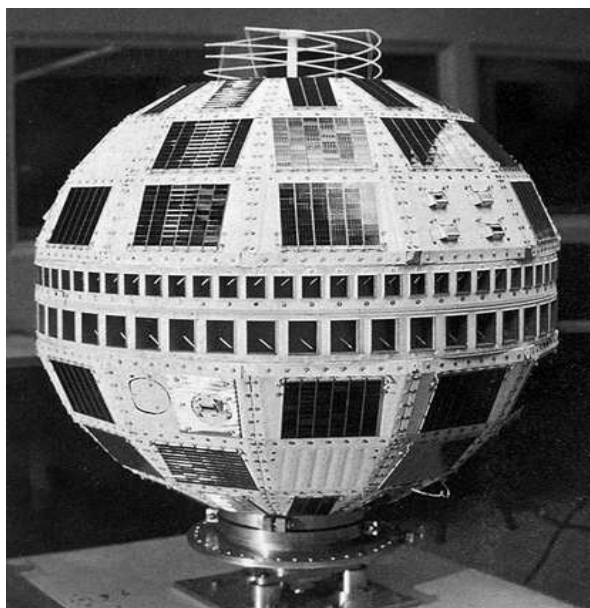
kosmicznej i automatycznego ustawiania anten na ich kierunku.

W ten sposób podstawy wiedzy technicznej potrzebne do realizacji praktycznej telekomunikacji satelitarnej zostały osiągnięte już w drugiej połowie XX w. Należało tylko zorganizować odpowiednie zespoły i wyposażyc je w odpowiednie środki finansowe, środki wcale nie małe.

Organizacja takiego przedsięwzięcia wymagała oczywiście dodatkowych porozumień i współpracy na poziomie ogólnosiwiatowym. Przecież taka telekomunikacja to połączenia nie tylko ponad granicami, ale również ponad oceanami. Wymagało to również współpracy specjalistów z różnych gałęzi przemysłu i gospodarki.

3. SATELITA „TELSTAR 1”

Satelita telekomunikacyjny dla programu „Telstar” (Telephone by Stars) został opracowany i zbudowany w laboratoriach Bell Telephone w USA. Satelitę nazwano TELSTAR 1. Było to urządzenie w kształcie zbliżonym do kuli o średnicy 87 cm i o wadze 72 kg (rys. 3). Na powierzchni tej kuli umieszczono zestawy baterii słonecznych, układy anten i zespoły różnych czujników pomiarowych. Wewnątrz umieszczono urządzenia odbiorcze i nadawcze oraz urządzenia retransmisyjne, a także pokaźne laboratorium pomiarowe.



Rys. 3. Pierwszy satelita telekomunikacyjny „TELSTAR 1”

Satelita ten został umieszczony na orbicie eliptycznej 10 lipca 1962 r. Płaszczyzna orbity była nachylona do płaszczyzny równika pod kątem 45°. Apogeum tej orbity to 5650 km, a perygeum to 950 km. Okres obiegu satelity wynosił 2 godziny i 37 minut. Jednoczesna „widoczność telekomunikacyjna” satelity ze stacji naziemnych po obu stronach Atlantyku nie przekraczała 25 minut. Częstotliwość nadawania satelity to 4 170 MHz, a częstotliwość odbierania to 6 390 MHz. Szerokość pasma nadawania i odbierania to 50 MHz. Moc nadawania satelity wynosiła 2 W, a to zaledwie tyle ile wynosi moc zwykłej latarki kieszonkowej [1, 4].

Poza zadaniami telekomunikacji (obsługa transmisji telewizyjnej i telefonicznej) oraz zadaniami utrzymania systemu (pozycjonowanie satelity i wszelkie jego korekty), satelita wykonywał dodatkowe zadania związane z badaniem

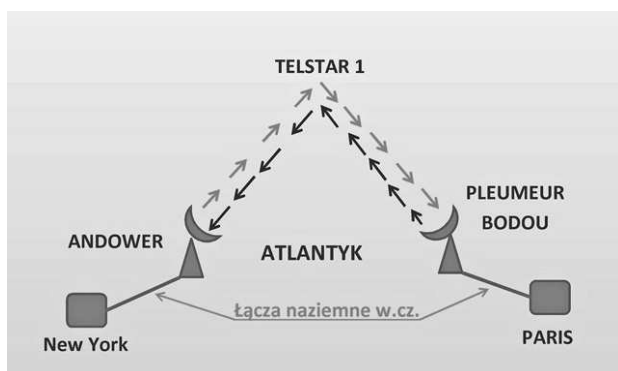
przestrzeni kosmicznej i z badaniem zachowania się urządzeń elektronicznych w kosmosie. Z ważniejszych zadań, to pomiar energii cząstek materii (protonów i elektronów) w wewnętrznym pasie radiacyjnym Van Allena.

Innym dodatkowym zadaniem satelity „Telstar 1” było badanie destrukcyjnego wpływu jonizującego promieniowania kosmicznego na urządzenia półprzewodnikowe (diody i tranzystory). W tym celu na powierzchni satelity zostały umieszczone diody i tranzystory w różnych osłonach ochronnych, a informacje o ich zachowaniu się w przestrzeni kosmicznej były przekazywane bezpośrednio na Ziemię [2].

4. NAZIEMNA STACJA TELEKOMUNIKACJI SATELITARNEJ

Telekomunikacja satelitarna to system złożony z dwóch zbiorów elementów. Jeden z nich to sztuczny satelita telekomunikacyjny, a drugi to naziemna stacja telekomunikacji satelitarnej. Aby stworzyć globalny system telekomunikacji satelitarnej, trzeba będzie rozmieścić na kuli ziemskiej sieć stacji naziemnych, a w kosmosie odpowiednią sieć satelitów telekomunikacyjnych.

Pierwsze 3 naziemne stacje telekomunikacji satelitarnej zostały zaplanowane w USA, Wielkiej Brytanii i Francji. Francuska stacja satelitarna o nazwie PB1-RADOM została zbudowana w Bretanii (rys. 1 i 4).



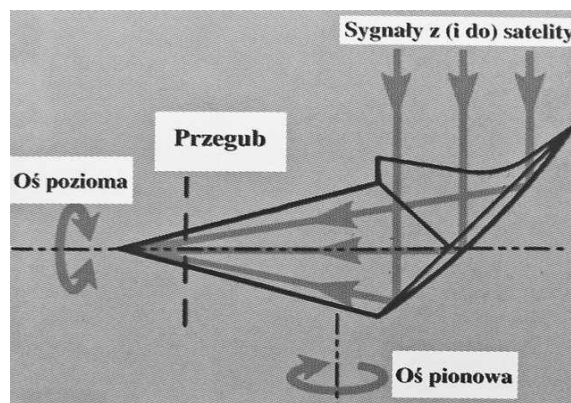
Rys. 4. Schemat pierwszej transmisji satelitarnej nad Atlantykiem

Symbol PB w nazwie tego obiektu, to pierwsze litery dwuczęściowej nazwy miejscowości: Pleumeur-Bodou (dep. Côtes-d’Armor). Natomiast RADOM to zlepek części z dwóch słów: RA-dar i DOM-e (dôme – kopuła, sklepienie). Główne zalety tego miejsca, to bardzo mało przemysłowych zakłóceń elektrycznych oraz możliwość zaktywizowania rozwoju gospodarczego tego regionu.

Miejsce na budowę naziemnej stacji satelitarnej wybrano tak, aby system antenowy był jak najmniej narażony na wiatry huraganowe od strony Atlantyku. Było to wyraźne obniżenie terenu, dobrze osłonięte pagórkami od Zachodu i Północy. W długoletniej praktyce okazało się, że wybór miejsca był trafny.

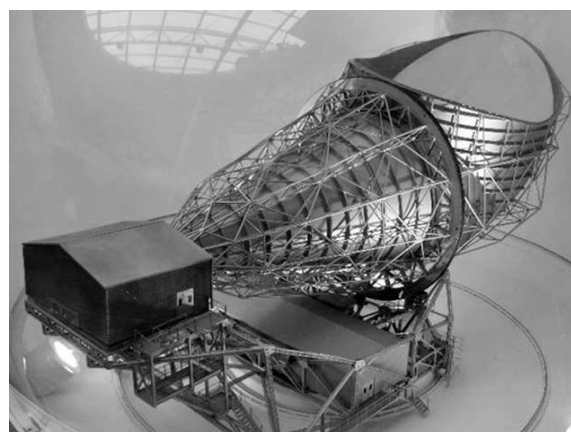
Najważniejszą i najbardziej spektakularną częścią stacji jest gigantyczna antena. Antena ta ma kształt podobny do instrumentu muzycznego o nazwie kornet (rys. 5). Główne różnice w tym porównaniu to ciężar i rozmiary.

Widok modelu doświadczalnego w skali 1:100 przedstawiono na rys. 6. Antena rzeczywista omawianego systemu jest schowana pod ogromną kopułą elastyczną z akronu o grubości 2 mm (rys. 7).



Rys. 5. Schemat anteny satelitarnej typu kornet w Pleumeur-Bodou (wysokość anteny 30 m, długość anteny 54 m)

Elastyczna osłona, która waży nieco ponad 27 ton ma chronić antenę przed niepożądanymi zjawiskami meteorologicznymi (słońce, deszcz, śnieg, oblodzenie i silne wiatry). Osłona ta tak jak balon o średnicy 60 m utrzymuje odpowiednią sztywność dzięki większemu ciśnieniu atmosferycznemu wewnątrz niż na zewnątrz. Odpowiednia konstrukcja balonu (RADOM) zapewnia mu wytrzymałość na uderzenia wiatru do szybkości 195 km/godz. Zdarzyło się już w historii, że konstrukcja ta przetrzymała uderzenia wiatru huraganowego do około 210 km/godz. Pełna klimatyzacja zapewnia wewnątrz odpowiednią temperaturę i wilgotność powietrza, przyjazne dla aparatury tam znajdującej się [1, 2].



Rys. 6. Widok modelu (1:100) anteny PB1 (Pleumeur-Bodou)

Części metalowe anteny zostały wykonane z bardzo lekkiego stopu (magnezu z aluminium). Mimo bardzo dużych wymiarów anteny (długość 54 m i wysokość 30 m), cała antena waży zaledwie 340 ton. Do jej ustawiania na kierunku satelity, z którym współpracuje, najpierw używano hydrauliki, a po kilku latach napędy hydrauliczne zastąpiono napędami elektrycznymi (silniki elektryczne i siłowniki elektromagnesowe). Sterowanie napędami znajduje się w kabine dolnej. Obracając się wokół osi pionowej, antena porusza się na szynach kolejowych, które są dwoma kołami koncentrycznymi o średnicach 22 m i 41 m. Drugi system ułożyskowania łącznie z przegubem zapewnia swobodny obrót anteny wokół osi poziomej (rys. 5 i 6).

Swobodny i niezależny obrót anteny wokół osi pionowej i poziomej pozwala na ustawienie jej w dowolnym kierunku nieboskłonu.

Grupa nadawcza to 3 nadajniki o mocy 3 kW każdy. Zbudowanie takich nadajników gigahercowych w tamtym

okresie (lata 60-te) było już możliwe bez większych kłopotów. Natomiast gorzej było z konstrukcją odbiorników do odbioru bardzo słabych sygnałów, a to właśnie dotyczy tego przypadku. Moc nadajników satelity nie przekraczała 2 W. Wiadomo, że tylko niewielka część tej mocy ma szansę dotrzeć do anteny stacji naziemnej. Jak się okazało w praktyce, to do anteny w Pleumeur-Bodou docierały sygnały z satelity zaledwie o mocy równej jednej miliardowej części 1 mW (10^{-12} W). Aby móc wykorzystywać tak słabe sygnały należało je wstępnie wzmacnić za pomocą przedwzmacniaczy o bardzo małym poziomie szumów.

W tym celu zastosowano maser rubinowy, schłodzony do temperatury minus 269°C (około 4°K). Sygnały wzmacnione przez maser były poddawane już obróbce tradycyjnej.

11 lipca 1962 r. system antenowy PB1 rozpoczął transmitować program TV za pośrednictwem Telstar 1 nad Atlantykiem między Europą i Ameryką Północną [1-3].

Po niecałym roku od uruchomienia, antena PB1 (RADOM) podjęła już zadania telekomunikacji komercyjnej (połączenia telegraficzne i telefoniczne, sygnalizacja komutacyjna, transmisja danych i transmisja telewizyjna). Od 1965 r. do 1985 r. antena PB1 obsługiwała system satelitarny INTELSAT (od I do IV). Po zakończeniu „służby telekomunikacyjnej” antena PB1 była wykorzystywana do celów naukowo-badawczych, a w 1991 roku staje się eksponatem muzealnym (rys. 7).



Rys. 7. Muzeum Telekomunikacji w Pleumeur-Bodou; widoczny balon to przykrycie pierwszej anteny telekomunikacji satelitarnej PB1-RADOM

Wokół gigantycznego białego balonu PB1 rozwija się jedno z najciekawszych muzeów telekomunikacji we Francji (rys. 7). W roku 2000 antena PB1 RADOM zostaje wpisana na listę zabytków francuskiej spuścizny narodowej.

Zanim antena rożkowa PB1 przestała obsługiwać telekomunikację i przeszła do zadań naukowo-badawczych, w Pleumeur-Bodou uruchomiono kolejne systemy antenowe oparte już na typowych antenach parabolicznych nie wymagających osłon typu RADOM. Systemy te o nazwie PB2, PB3, PB4 itd. obsługiwały coraz bardziej wzrastający globalny ruch telekomunikacyjny. Współczesne systemy telekomunikacji satelitarnej posługują się całymi konstelacjami satelitów i wykonują różne zadania w ramach telekomunikacji i innych dziedzin działalności człowieka [4].

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Żywioty rozwój technologii w dziedzinie elektroniki i telekomunikacji pozwala na przypuszczenia, że zakres usług telekomunikacyjnych oferowanych przez systemy satelitarne będzie rozszerzać się coraz bardziej i to w różnych dziedzinach działalności człowieka. Potrzeba rozwijania telekomunikacji satelitarnej związana jest głównie z tym, że jako jedyna jest w stanie zapewnić niezawodną i relatywnie tanią łączność w regionach, w których inne środki łączności są niedostępne (wysokie góry, rozległe oceany, dżungle itp.).

Obecnie można powiedzieć, że Bretania jest regionem, który zaczął się rozwijać bardzo dynamicznie dzięki telekomunikacji – gałęzi działalności człowieka mocno związanej z elektryką. Niech to będzie przykładem tego, że dobrze przemyślane decyzje mogą być motorem rozwoju każdego regionu. Miejscowi decydenci Bretanii w dalszym ciągu starają się realizować kierunek działania wyznaczony w 1960 r. Ta część Bretanii znana jest obecnie jako europejski węzeł telekomunikacji satelitarnej i silny ośrodek badań technologii związanych z nowymi kierunkami automatyki, informatyki, i innych dziedzin elektryki, które będą potrzebne globalnemu społeczeństwu informacyjnemu [1, 2, 4].

6. BIBLIOGRAFIA

1. Favennec P.-N.: Science, technologies et territoire, Lavoisier, Paris 2008.
2. Colin J.-P.: Les Cahier des Amis de la Cité des télécoms, Pleumeur-Bodou 2012.
3. Elsztein P.: Przekazano za pośrednictwem satelity, Wyd. Radia i Telewizji, Warszawa 1979.
4. Francyk J.: Bretania i telekomunikacja satelitarna, Studium Generale Universitatis Wratislaviensis, Tom XXII, 2019, s. 315-351.

BRITTANY AND BEGINNING OF SATELLITE TELECOMMUNICATION

European satellite telecommunication has started to develop in Brittany, which is the most western part of France. It is the region that has gone through a very dynamic economical growth during the second part of the 20th century and it was all because of telecommunication. The rapid growth was the reason for moving of a big part of the telecommunication institute from Paris to Brittany, as a result of decentralization. Many divisions of the CNET (Centre National d'Études des Télécommun) were moved to Lannion. This move caused the development of many scientific, research and manufacturing institutions in the new fields of electrical science. The ground-controlled satellite telecommunication base played a crucial part in this process. Brittany is a good example of how well-thought economical decisions can be a boost in a development of any region. Starting from 1960, the growing local sector of telecommunication, supported by CNET, was just the beginning of a rapid growth in many other fields.

Keywords: Brittany, satellite telecommunication, region development.