



Rzeczpospolita Polska

Urząd Komunikacji Elektronicznej

Raport z badań jakości sieci komórkowych na wybranych trasach kolejowych

Warszawa, czerwiec 2011

Spis Treści

I.	Podsumowanie badań.....	3
1.	Sposób realizacji badań	3
2.	Sieci komórkowe podlegające badaniu	3
3.	Miejsce i data badania	3
4.	Wykaz przyrządów wykorzystywanych do badania.....	4
5.	Wyniki przeprowadzonych badań	4
5.1.	Wynik badania zasięgu sieci.	4
5.2.	Wynik badania jakości połączeń głosowych.	4
5.3.	Wynik badania jakości transmisji danych.....	5
II.	Zasięgi sieci komórkowych.....	5
1.	Metoda prowadzenia badań	5
2.	Kryteria oceny.....	5
3.	Wyniki pomiarów zasięgu.	6
III.	Jakość połączeń głosowych i transmisji głosu.....	15
1.	Metoda prowadzenia badań	15
2.	Kryteria oceny.....	15
3.	Wyniki badań jakości połączeń głosowych i transmisji głosu.	15
IV.	Jakość transmisji danych.....	23
1.	Metoda prowadzenia badań.	23
2.	Kryteria oceny.....	23
3.	Wyniki badań transmisji danych.	23

I. Podsumowanie badań

1. Sposób realizacji badań

Badanie polegało na pomiarach parametrów sieci, jakości połączeń głosowych i transmisji danych w sieciach GSM900/1800 i UMTS wzdłuż linii kolejowych na trasach przejazdów kibiców udających się na mecze EURO 2012, między miastami: Warszawa – Wrocław, Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa - Poznań. Telefony pomiarowe pracowały w trybie automatycznego wyboru sieci **GSM900/1800** lub **UMTS**. Mierzone były parametry sygnałów: energia odebranego symbolu informacji Ec/Io, poziom sygnału pilota RSCP dla UMTS, poziom odebranego sygnału RxLev dla GSM900/1800, poziom realizacji połączeń pod kątem blokowania i przerywania połączeń (**NQA**).

Dodatkowym pomiarem było badanie jakości transmisji mowy przy użyciu algorytmu PESQ **MOS-LQO P862.1**. Zestawiane połączenia trwały 60 s i polegały na wykonaniu połączeń telefonicznych do serwera podłączonego do linii ISDN w sieci lokalnego operatora telekomunikacyjnego, na którym były odtwarzane frazy głosowe i porównywane po przesłaniu przez sieć GSM 900/1800 lub UMTS ze wzorcem, a następnie system pomiarowy automatycznie wystawiał ocenę jakości PESQ.

Prowadzone były również badania transmisji danych polegające na badaniu: skuteczności i czasu zestawienia połączenia, prędkości i skuteczności otwierania stron www, prędkości i skuteczności ściągania i wysyłania poczty na i z serwera pocztowego, oraz badaniu prędkości i skuteczności ściągania pliku testowego o rozmiarze 1 MB z serwera FTP. Wysyłane i odbierane wiadomości e-maile były uzupełnione załącznikiem o rozmiarze 1 MB z darmowego serwera pocztowego na portalu www.interia.pl.

Do pomiarów transmisji danych wykorzystano ogólnie dostępne karty prepaid SIM przeznaczone do transmisji danych:

- ERA - Blueconnect starter 25 zł.
- ORANGE – Orange Free na Kartę.
- PLAY – Play Online na Kartę.
- PLUS – Taryfa "Twój Profil.

2. Sieci komórkowe podlegające badaniu

- 1) Polkomtel S.A. „PLUS” MNC = 1;
- 2) Polska Telefonii Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA” MNC = 2;
- 3) Polska Telefonii komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE” MNC = 3;
- 4) P4 Sp. z o.o. „PLAY” MNC = 6.

3. Miejsce i data badania

Data	Trasa	Godzina	
10.05.2011 r.	Warszawa - Wrocław	9.00	16.00
11.05.2011 r.	Wrocław - Gdynia	8.00	19.00
12.05.2011 r.	Gdynia - Warszawa	9.00	16.00
13.05.2011 r.	Warszawa - Poznań	8.00	12.00

4. Wykaz przyrządów wykorzystywanych do badania

- Zestawy czterech telefonów komórkowych Samsung U700 HSDPA 3,6Mbit/s,
- Serwer pocztowy na portalu www.interia.pl ,
- Serwer FTP w sieci informatycznej Urzędu Komunikacji Elektronicznej,
- Serwer odtwarzający frazy głosowe przez sieć telefoniczną ISDN,
- Oprogramowanie pomiarowe ROMES R&S,
- Oprogramowanie analizujące dane MEDAS P3 Solution.

5. Wyniki przeprowadzonych badań

W badaniu jakości usług w sieciach komórkowych na trasach kolejowych brano pod uwagę trzy najważniejsze wskaźniki: zasięg sieci, jakość połączeń głosowych i jakość transmisji danych. Analiza wskaźników została przeprowadzona sumarycznie dla wszystkich tras w raporcie głównym. Szczegółowe dane dla poszczególnych tras zostały zawarte w załącznikach do raportu głównego

5.1. Wynik badania zasięgu sieci

W trakcie analizy wyników zebranych podczas badania sieci komórkowych stwierdzono, że **operatorzy sieci komórkowych ERA, ORANGE i PLUS dysponują dobrym zasięgiem sieci komórkowej GSM 900/1800**. Na wszystkich badanych trasach zdarzają się pojedyncze miejsca, gdzie sieć nie ma zasięgu o czym mogą świadczyć pojawiające się w trakcie badania wyniki „No services”. Jednak ich liczba w trakcie zestawiania około 860 połączeń była na poziomie poniżej 0,5%. To świadczy o dobrym pokryciu przez tych trzech operatorów badanych tras. Jedynie operator sieci komórkowej PLAY w większości miejsc na badanych trasach nie dysponuje własną infrastrukturą sieci komórkowej GSM 900/1800, co potwierdzają zgromadzone wyniki poziomu sygnału RxLev od stacji bazowych operatora PLAY. Operator sieci PLAY korzysta w większości na trasie z sieci komórkowej operatora PLUS.

Analizując zasięg sieci UMTS należy stwierdzić, że wszyscy czterej operatorzy dysponują zasięgiem sieci UMTS jedynie w miastach i ich okolicach na badanych trasach kolejowych. Pomiędzy miastami poziomy sygnałów są niewystarczające do świadczenia usług zarówno głosowych jak i transmisji danych. Świadczy o tym fakt, że 90 % połączeń głosowych wykonywanych podczas badania jakości transmisji danych zostało zrealizowanych w sieci GSM 900/1800.

5.2. Wynik badania jakości połączeń głosowych.

Analizując zebrane dane pod kątem skuteczności realizacji połączeń głosowych można stwierdzić, że dwaj operatorzy ORANGE i PLUS osiągnęli najlepszy wyniki pod kątem skuteczności nawiązywania połączeń i byli blisko spełnienia zakładanego kryterium jakości niezrealizowanych połączeń poniżej 3 % wszystkich wykonanych połączeń. Najmniej zrealizowanych połączeń, podczas badania na trasach kolejowych, zarejestrowano w sieci operatora PLAY.

Podczas analizy wyników transmisji głosu można uznać, że wszyscy czterej operatorzy świadczą usługi transmisji głosu na podobnym poziomie. **Najlepszą jakość transmisji głosu w trakcie badania na trasach kolejowych zanotowano w sieciach operatorów ERA i ORANGE.** Nieco słabszy wyniki zarejestrowano w sieciach PLUS i PLAY.

5.3. Wynik badania jakości transmisji danych

Pod względem ilości poprawnie wykonanych usług w badaniach transmisji danych na trasach kolejowych Warszawa – Wrocław, Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa – Poznań najlepiej wypadła sieć operatora ERA. W sieci tego operatora wykonano najwięcej udanych sesji pomiarowych, zarejestrowano najwięcej udanych połączeń do serwera FTP i serwera poczty. W sieci operatora PLAY zarejestrowano najwięcej nieudanych sesji pomiarowych, ale jeśli już usługa była realizowana to w sieci tego operatora najszybciej były otwierane strony www oraz najszybciej pobierany plik z serwera FTP i pobierana poczta z serwera pocztowego. W sieci operatora ORANGE zanotowano najmniej sesji pomiarowych, najwięcej przerwanych sesji, najdłuższe czasy otwierania stron www. **Najłabsze wyniki badania jakości transmisji danych zarejestrowano w sieci operatora PLAY**, pomimo najkrótszych czasów otwierania stron www, oraz najwyższych prędkości pobierania poczty i pliku z serwera FTP, skuteczność realizacji usług była na poziomie poniżej 50 %, co prawdopodobnie było wynikiem złego pokrycia tras kolejowych sygnałem własnej sieci.

II. Zasięgi sieci komórkowych

1. Metoda prowadzenia badań

Do pomiaru pokrycia terenu sygnałem GSM oraz UMTS wykorzystano zestaw pomiarowy ROMES firmy ROHDE&SCHWARZ. Składał się on ze skanera TSMQ mierzącego parametr RSCP sygnału UMTS oraz zestawu czterech telefonów komórkowych używanych przy pomiarach sygnału GSM oraz parametru Ec/Io sygnału UMTS. Korzystano także z zestawu zewnętrznych anten zainstalowanych przy oknie wewnątrz przedziału. Pomiarów wykonywano dla 4 operatorów jednocześnie. Mierzone parametry:

a. Sygnał UMTS

- RSCP (Received Signal Code Power) – poziom sygnału pilota,
- Ec/Io – parametr mówiący o jakości sygnału pilota w stosunku do zakłóceń,

b. Sygnał GSM

- RxLev – poziom odbieranego sygnału,

Wyniki kilku sesji pomiarowych zostały połączone i przeanalizowane pod kątem pokrycia trasy przejazdu sygnałem telefonii komórkowej GSM900/1800 i UMTS. Parametr Ec/Io wykorzystano jako wskaźnik pokrycia terenu sygnałem UMTS, parametr RxLev jako wskaźnik pokrycia terenu sygnałem GSM.

2. Kryteria oceny

Przyjęto następujące kryteria oceny:

a. Sygnał UMTS

- RSCP:

Poziom RSCP > - 92 dBm dobry poziom sygnału

- Ec/Io

Ec/Io > -12 dB dobry zasięg

Ec/Io -12 ÷ -18 dB słaby zasięg

$E_c/I_0 < -18$ dB brak zasięgu

b. Sygnał GSM

- RxLev

RxLev > -86 dBm dobry zasięg

RxLev $-86 \div -97$ dBm słaby zasięg

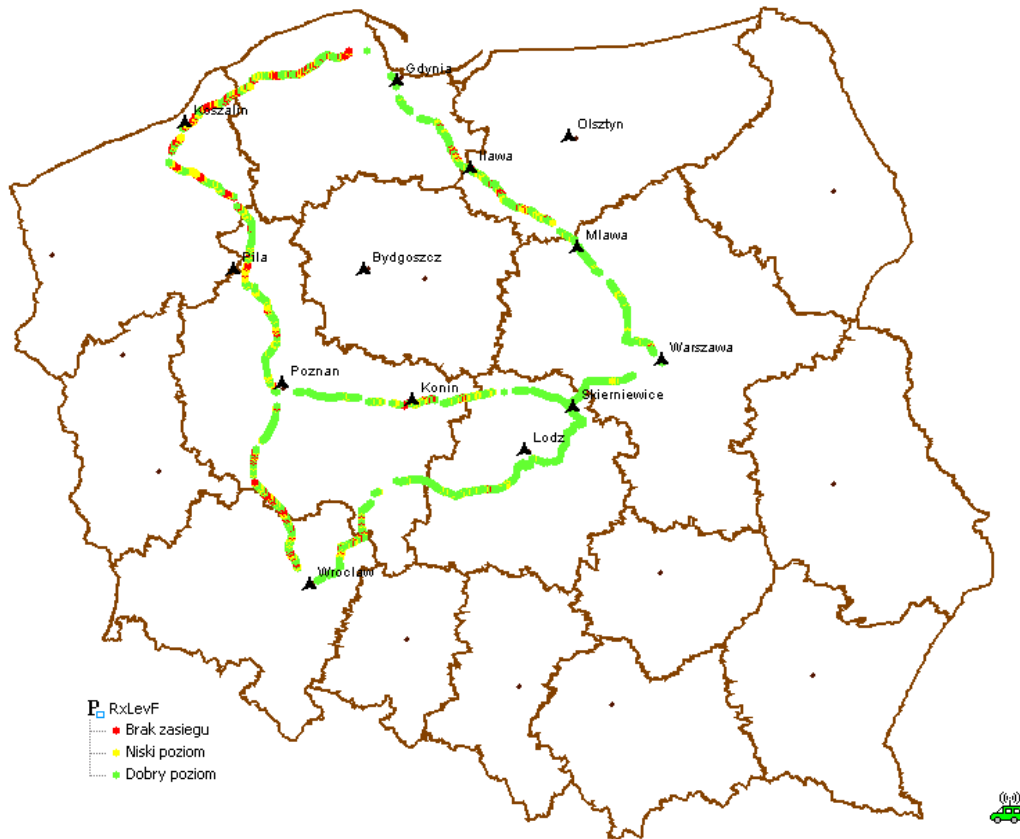
RxLev < -97 dBm brak zasięgu

3. Wyniki pomiarów zasięgu

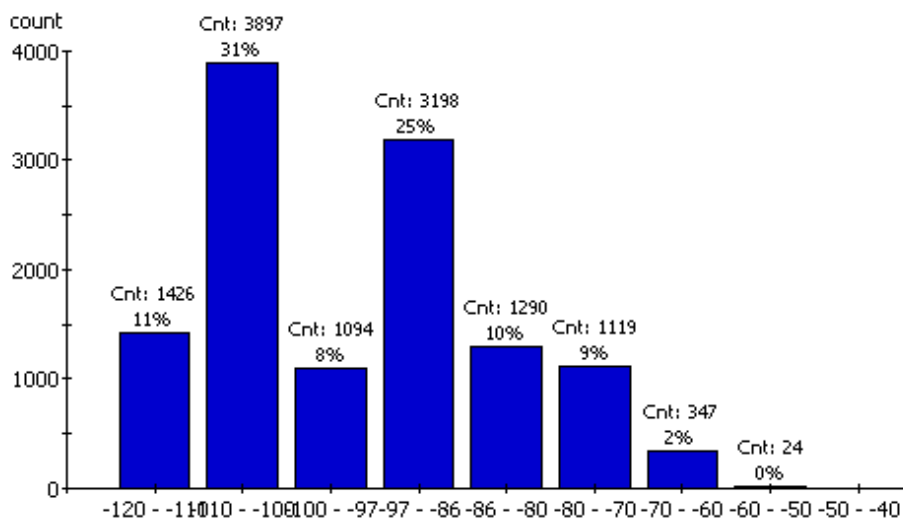
W wyniku przeprowadzonych pomiarów: poziomu energii odebranego symbolu informacji E_c/I_0 (dB) i sygnału RSCP dla UMTS oraz poziomu odebranego sygnału RxLev (dBm) dla GSM na trasach kolejowych: Warszawa – Wrocław, Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa - Poznań zaobserwowano, że odebrane sygnały są na poziomie uniemożliwiającym poprawną pracę telefonów komórkowych w sieciach poszczególnych operatorów. Istnieją miejsca na trasach kolejowych, gdzie parametry sygnałów E_c/I_0 i RSCP w sieci UMTS są wystarczające do realizacji usług, jednak są to miejscowości i ich okolice na badanych trasach kolejowych. W pozostałych miejscach telefon komórkowy przełącza się do sieci GSM 900/1800. Jedynie operator sieci PLAY nie dysponuje zasięgiem własnej sieci GSM na całej trasie przejazdu. Korzysta on z infrastruktury sieci komórkowej operatora sieci PLUS. Pozostali operatorzy posiadają zasięg sieci GSM praktycznie na wszystkich badanych trasach przejazdu. Tylko w nielicznych miejscach występuje brak zasięgu co objawia się odmową realizacji usługi tzw. „No services” (patrz pkt. III Raportu). Załączone histogramy odzwierciedlają rozkład procentowy zarejestrowanych poziomów sygnałów dla poszczególnych standardów i operatorów. Wartości sygnału E_c/I_0 i RxLev pozwalają na określenie czy możliwe jest zalogowanie do sieci UMTS operatora. W przypadku, gdy wartość parametru E_c/I_0 spadnie poniżej -18 dB telefon może mieć problemy z zalogowaniem się do sieci UMTS operatora komórkowego i próbuje zalogować się do sieci GSM. Również istotnym parametrem w przypadku sieci UMTS jest parametr sygnału pilota, który wskazuje poziom sygnału nadawczego od stacji bazowej. Od jego wartości zależy również możliwość zalogowania się do sieci komórkowej. Dużą ilość próbek sygnału pilota RSCP zarejestrowano na poziomie poniżej -90 dBm co może skutkować przełączeniem się telefonu do sieci GSM 900/1800. Znaczna część zarejestrowanych próbek sygnałów E_c/I_0 znajduje się na poziomie poniżej -12 dB co może skutkować brakiem możliwości nawiązania połączenia w standardzie UMTS – tzw. Block. Natomiast w przypadku sieci GSM prawie 90 % zarejestrowanych próbek sygnału RxLev znajduje się powyżej wartości -97 dBm co pozwala na poprawne realizowanie połączeń w sieci GSM.

Reasumując należy uznać, że trasy kolejowe Warszawa – Wrocław. Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa - Poznań są dobrze pokryte sygnałem telefonii komórkowej GSM trzech operatorów. Jedynie operator sieci PLAY nie dysponuje własną infrastrukturą na całości badanych tras kolejowych i korzysta w dużej mierze z infrastruktury operatora sieci PLUS. Niskie wartości poziomów parametrów E_c/I_0 i RSCP powodują, że na trasach kolejowych dominującym standardem u wszystkich czterech operatorów jest sieć GSM, gdyż prawie 90% połączeń została wykonana w tym standardzie. Szczegółowe wyniki zasięgów (zmierzone poziomy sygnałów) wraz z zaznaczonymi miejscami występowania problemów z połączeniami na poszczególnych trasach kolejowych przedstawione zostały w załącznikach do raportu.

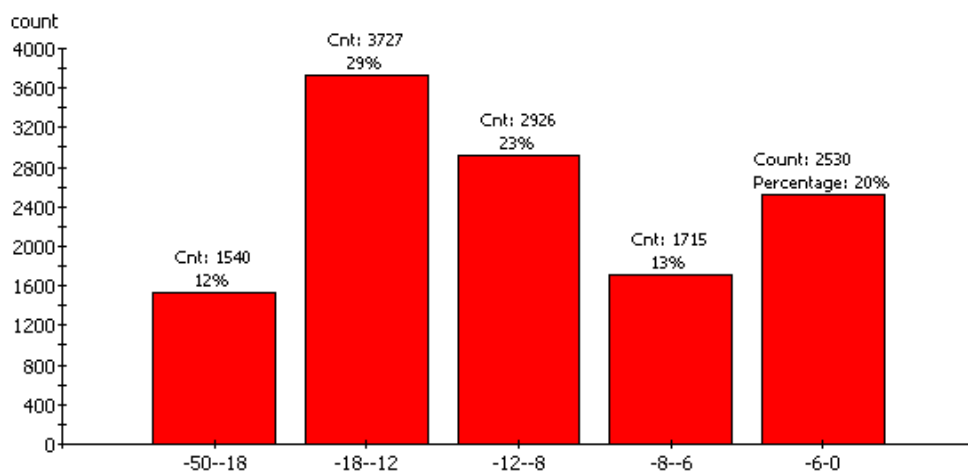
Mapa obrazująca zasięg sieci na trasach kolejowych dla GSM - operator Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



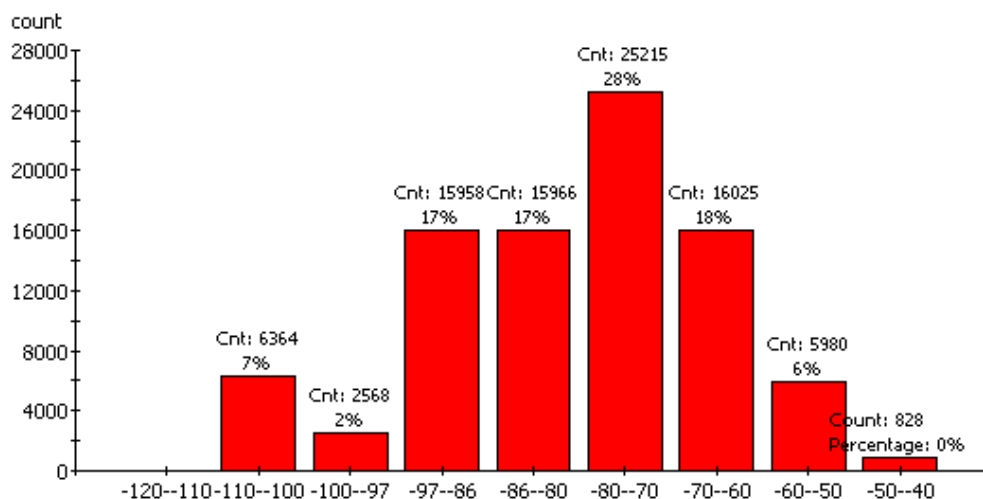
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału pilota (RSCP w dBm) dla UMTS - operator Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



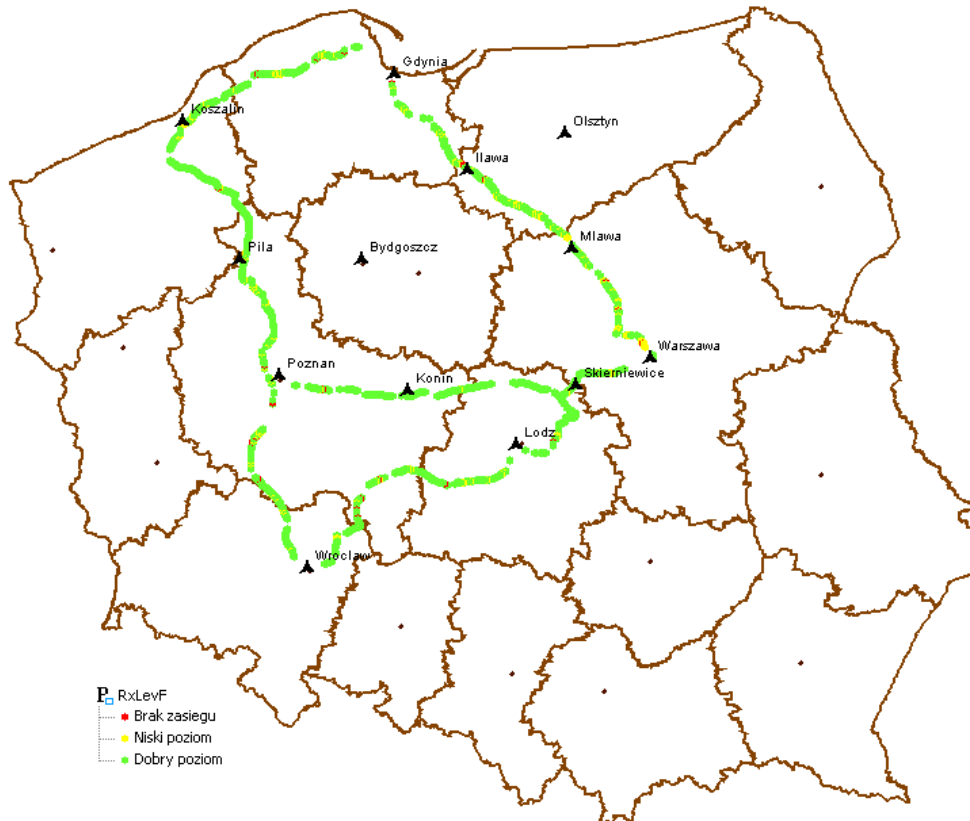
Histogram zmierzonych wartości poziomu energii odebranego symbolu informacji (Ec/Io w dB) dla UMTS przez telefon komórkowy operator Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



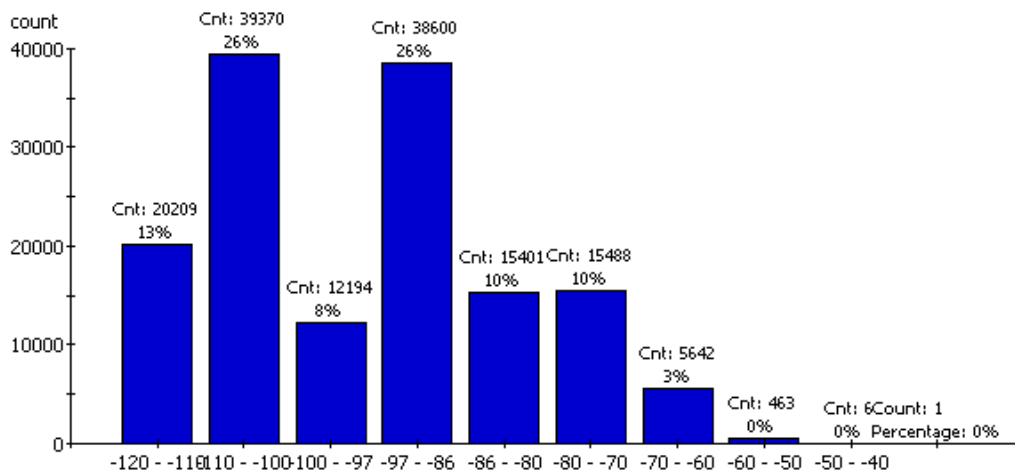
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału RxLev dla GSM operator Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



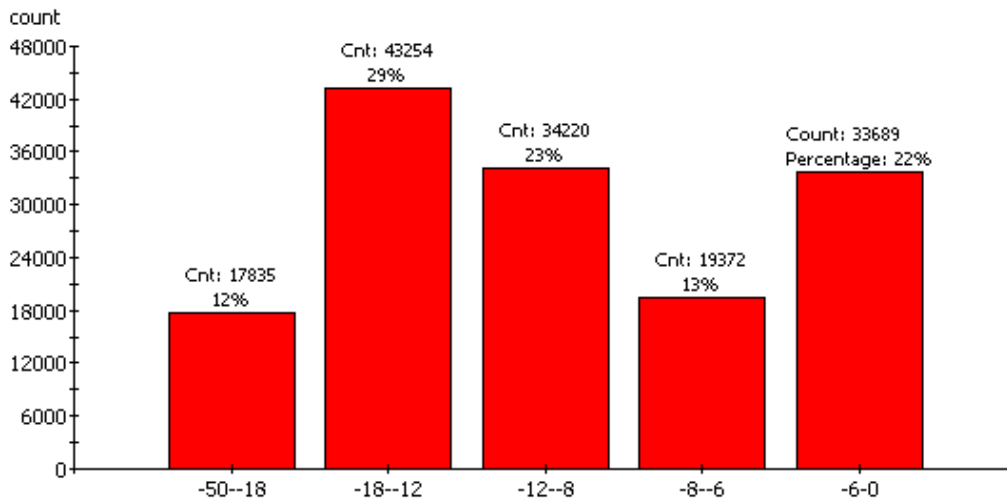
Mapa obrazująca zasięg sieci na trasach kolejowych dla GSM - operator Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



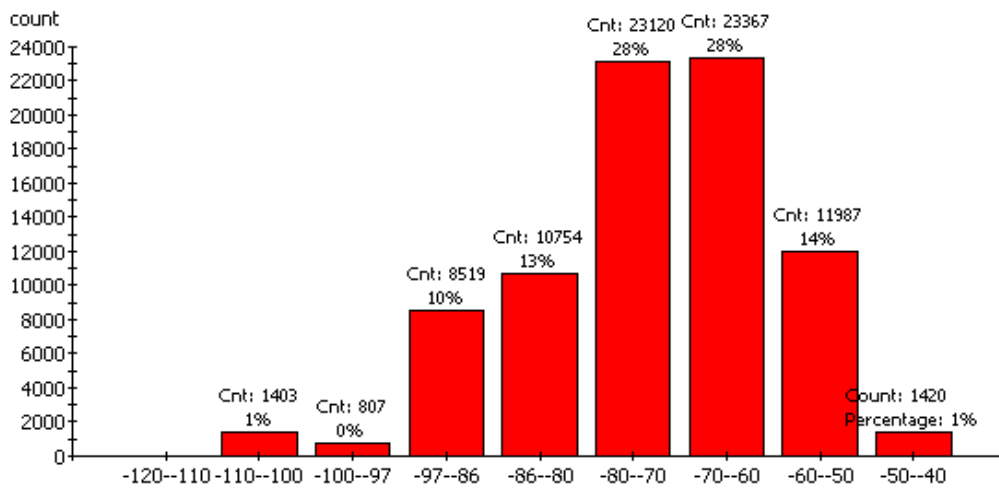
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału pilota (RSCP w dBm) dla UMTS - operator Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



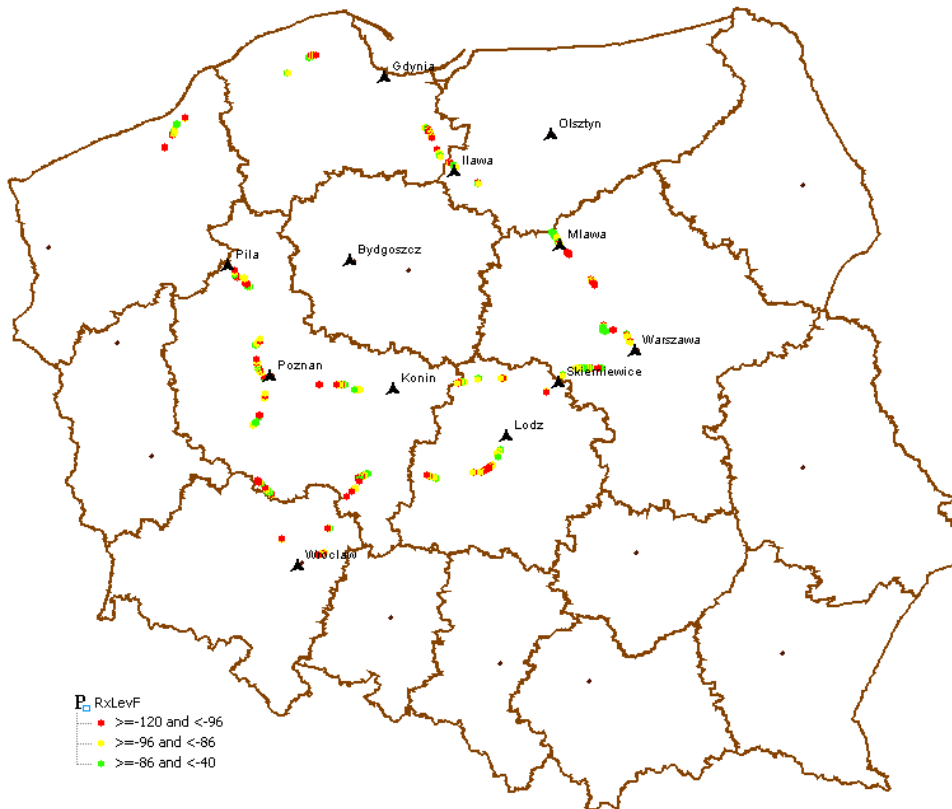
Histogram zmierzonych wartości poziomu energii odebranego symbolu informacji (Ec/Io w dB) dla UMTS przez telefon komórkowy operator Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



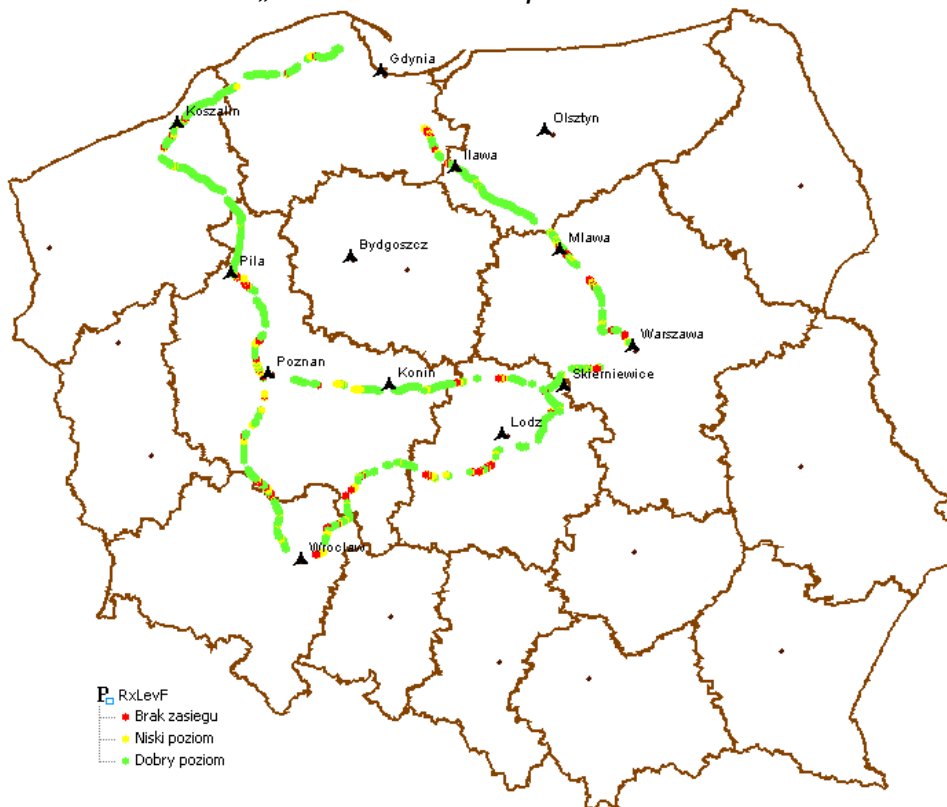
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału RxLev dla GSM operator Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



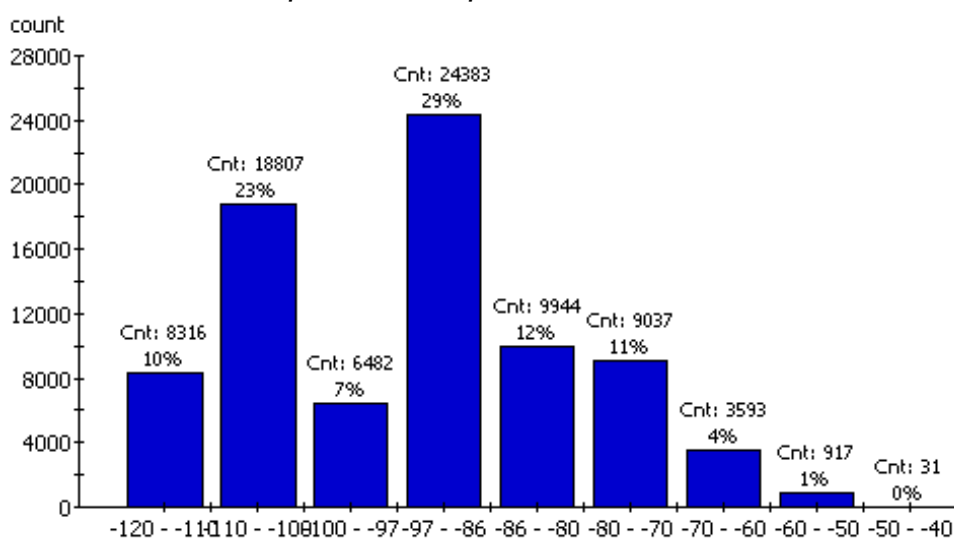
Mapa obrazująca zasięg sieci na trasach kolejowych dla GSM – sieć własna operator P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



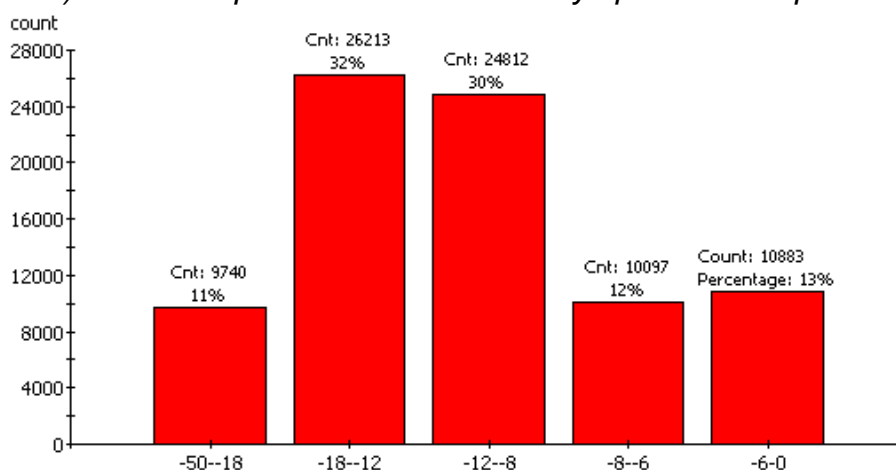
Mapa obrazująca zasięg sieci na trasach kolejowych dla GSM – sieć operator P4 Sp. z o.o. „PLAY” oraz sieć operatora Polkomtel.



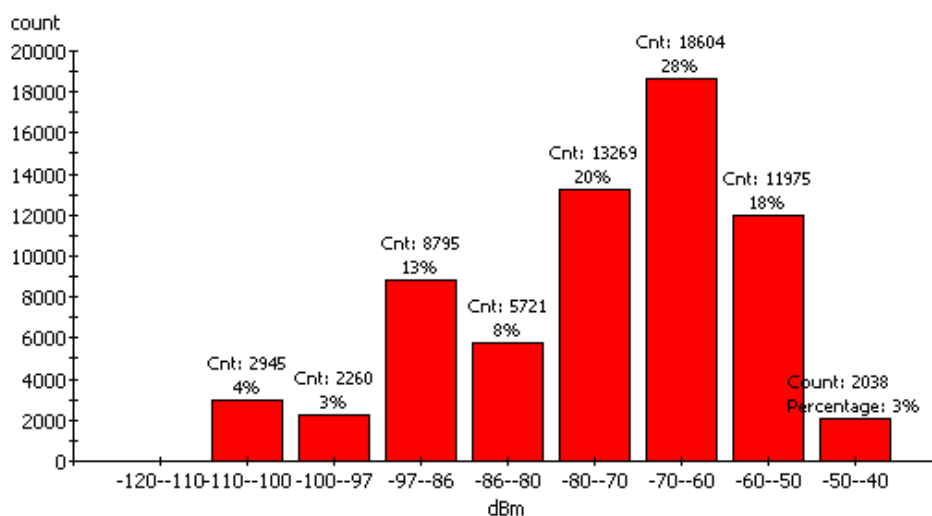
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału pilota (RSCP w dBm) dla UMTS - operator P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



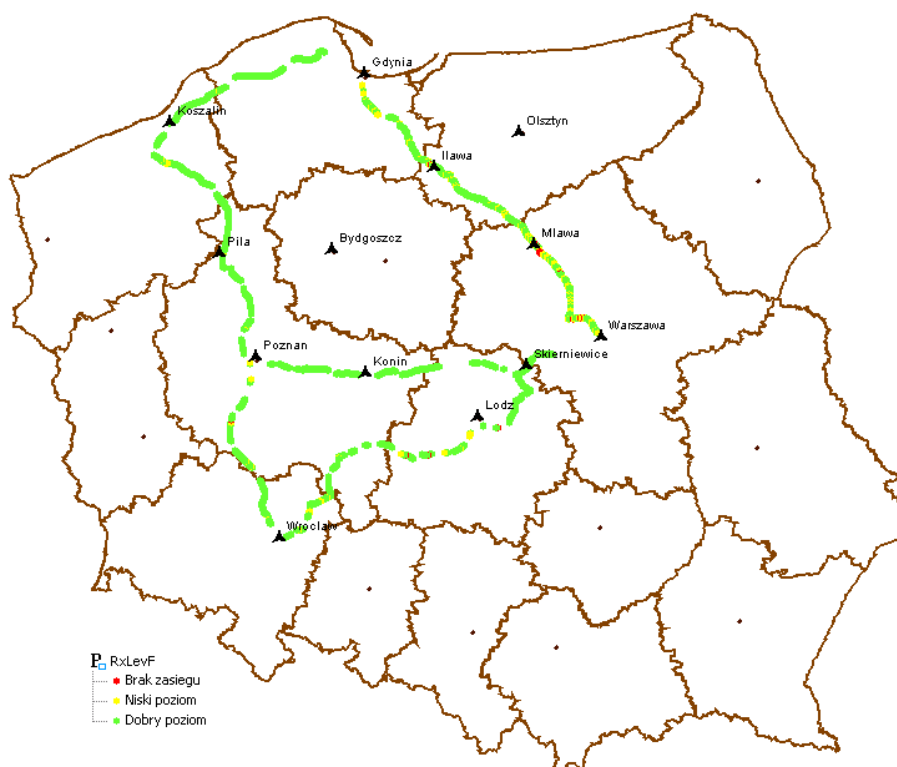
Histogram zmierzonych wartości poziomu energii odebranego symbolu informacji (Ec/Io w dB) dla UMTS przez telefon komórkowy operator P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



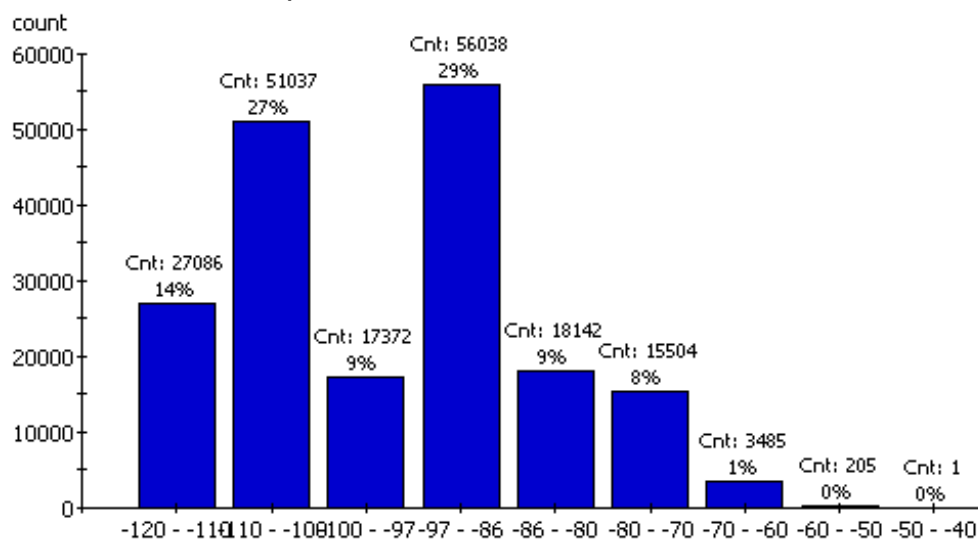
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału RxLev dla GSM operator P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



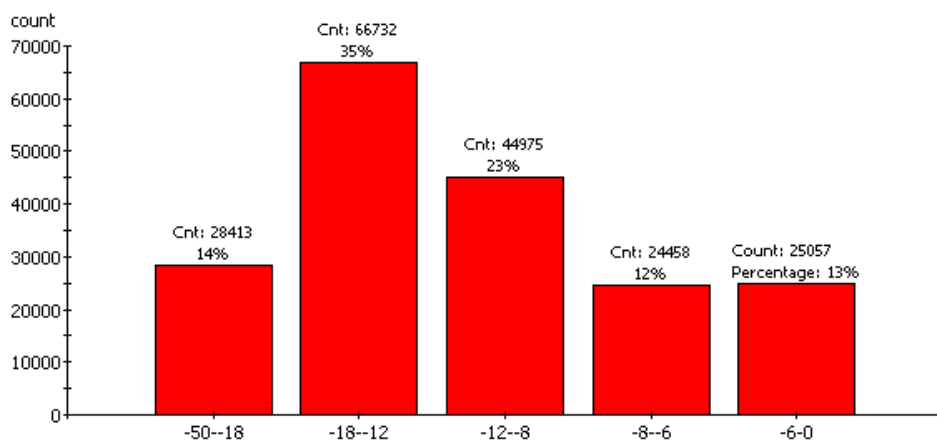
Mapa obrazująca zasięg sieci na trasach kolejowych dla GSM - operator Polkomtel S.A. „PLUS”



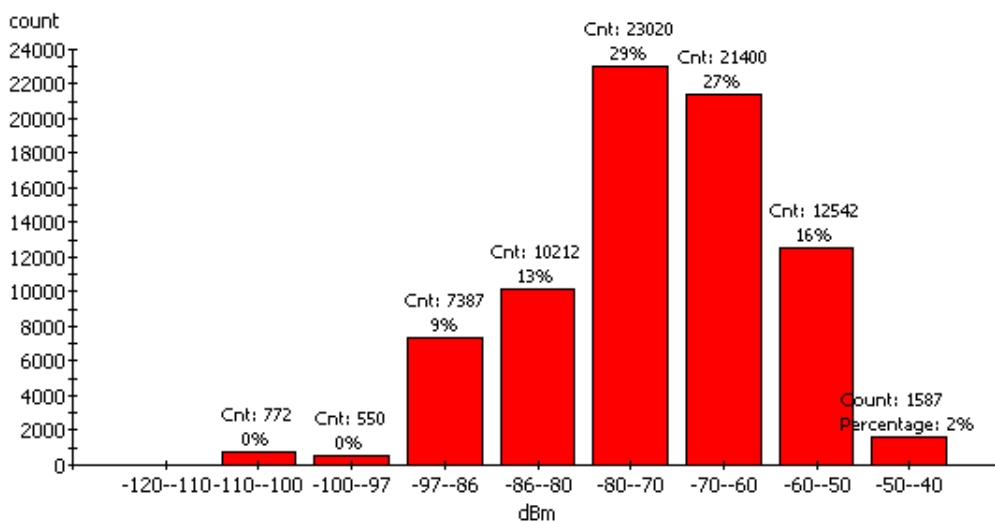
Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału pilota (RSCP w dBm) dla UMTS - operator Polkomtel S.A. „PLUS”



Histogram zmierzonych wartości poziomu energii odebranego symbolu informacji (Ec/Io w dB) dla UMTS przez telefon komórkowy operator Polkomtel S.A. „PLUS”.



Histogram zmierzonych wartości poziomu sygnału RxLev dla GSM operator Polkomtel S.A. „PLUS”.



III. Jakość połączeń głosowych i transmisji głosu.

1. Metoda prowadzenia badań

Badanie polegało na zestawianiu, jednocześnie w sieci 4 operatorów, 60 sekundowych połączeń do serwera podłączonego do linii ISDN w sieci operatora telekomunikacyjnego wg algorytmu:

- czas zestawiania połączenia 0-15 s.
- odtwarzanie 60 sekundowej frazy dźwiękowej z serwera,
- zakończenie połączenia telefonicznego 0-15 s.

Wyniki badania NQA przedstawiają wskaźniki procentowe połączeń:

- udanych,
- zablokowanych (Block) – występuje, gdy po 15 sekundach połączenie nie zostanie zestawione,
- przerwanych (Drop) – występuje, gdy połączenie zostanie zerwane w trakcie trwania,
- braku obsługi sieci (No service) – występuje, gdy operator nie posiada dostatecznego zasięgu do realizacji połączenia.

Badanie jakości transmisji mowy (SQA) wykonano przy użyciu algorytm PESQ MOS-LQO P862.1. Badanie polegało na zestawianiu 60 sekundowych połączeń do serwera podłączonego do linii ISDN w sieci operatora telekomunikacyjnego, na którym były odtwarzane frazy głosowe, które po przesłaniu przez sieć GSM 900/1800 lub UMTS były porównywane ze wzorcem. System pomiarowy automatycznie wystawia ocenę jakości PESQ.

2. Kryteria oceny

W zakresie jakości realizacji połączeń sieć komórkowa realizuje połączenia głosowe z dobrą jakością w przypadku, gdy sumaryczna wartość połączeń zablokowanych, przerwanych oraz braku obsługi sieci nie przekracza 3%.

Kryteria oceny subiektywnej jakości mowy PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) odbywa się w skali od 0 – 5. Z następującymi kryteriami:

- PESQ > 4 – bardzo dobra jakość połączenia głosowego
- PESQ 3 ÷ 4 – dobra jakość połączenia głosowego
- PESQ 2,7 ÷ 3 – zła jakość połączenia głosowego
- PESQ < 2,7 – bardzo zła jakość połączenia głosowego

3. Wyniki badań jakości połączeń głosowych i transmisji głosu

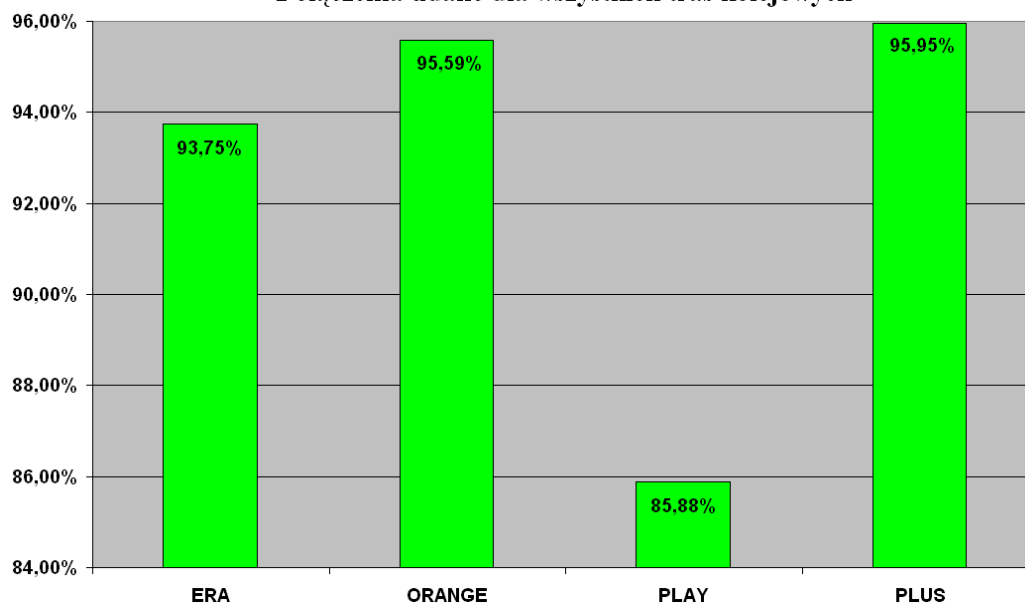
Analiza ilości zrealizowanych połączeń pokazuje, że w sieciach 2 operatorów ORANGE i PLUS nie udało się zrealizować niewiele ponad 4 % połączeń, w sieci operatora ERA niewiele ponad 6 %, a w sieci operatora PLAY ponad 14 %. Zaobserwować można, że w sieci PLUS nie udało się zestawić około 0,92 % połączeń a 2,77 % zostało przerwanych. Trochę gorsza sytuacja jest w przypadku sieci ORANGE, gdzie do skutku nie doszło około 3,02 % zainicjowanych połączeń,

a 1,16 % połączeń zostało przerwanych. Jeszcze gorsza sytuacja występuje w sieci operatora ERA, tu nie udało się zestawić 2,78 % połączeń a 3,12 % została przerwana. Najgorsza sytuacja występuje w przypadku operatora PLAY w jego sieci zanotowano aż 7,92 % zablokowanych połączeń, a 3,90 % zostało przerwanych. W przypadku wszystkich operatorów zarejestrowano brak obsługi NS - i tak w sieci operatora ORANGE na poziomie 0,23 %, w sieciach operatorów ERA i PLUS po 0,35 % a w sieci operatora PLAY najwięcej bo aż 2,30 % braku obsługi. Odzwierciedla to również zasięgi jakimi dysponują operatorzy sieci komórkowych. Żaden z operatorów nie spełnił kryterium 3 % niezrealizowanych połączeń. Czas dostępu do usługi w sieci trzech operatorów ERA, PLUS i ORANGE wynosił około 6 sekund. Jedynie operator sieci PLAY potrzebowała na rozpoczęcie świadczenia usługi prawie 8 sekund.

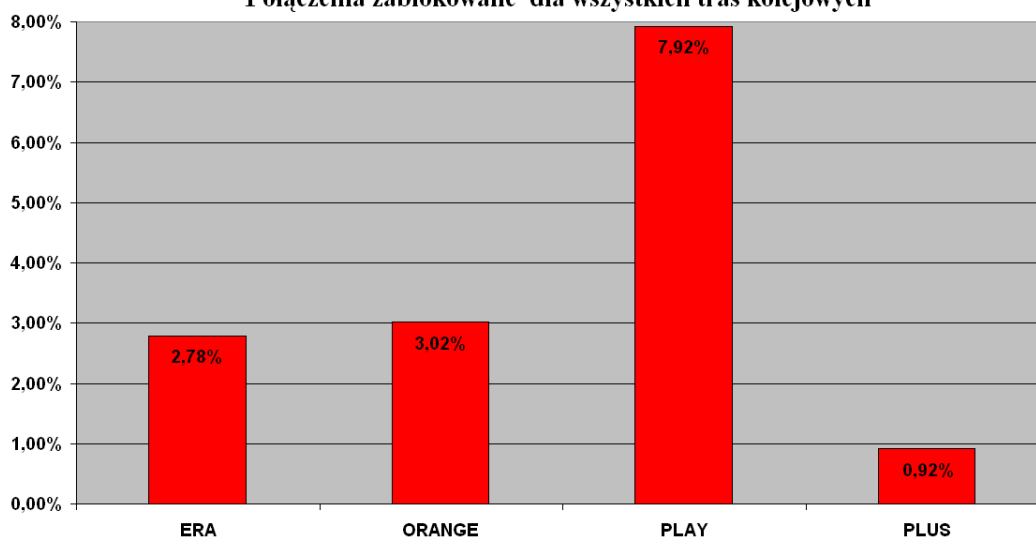
Najlepszą jakość połączeń głosowych PESQ zarejestrowano dla operatora sieci ERA 3,84 i operatora sieci ORANGE. Można uznać, że głos transmitowany jest z dobrą jakością. Operator sieci PLUS osiągnął nieco niższą wartość PESQ 3,77 co również można uznać za dobry wyniki. Najniższą wartość jakości transmisji zarejestrowano w sieci operatora „PLAY” na poziomie 3,63. Na uzyskane wyniki duży wpływ mają zarejestrowane próbki o wartościach poniżej 2,7. W sieci operatora „PLUS” zanotowano jedynie 2,42 % próbek poniżej 2,7, w sieci operatora „PLAY” 4,05 % próbek poniżej 2,7. W sieci operatora „ERA” zanotowano już 4,84 % próbek poniżej 2,7, natomiast w sieci operatora „ORANGE” uzyskano aż 5,79 % próbek poniżej 2,7. Uzyskanie wartości poniżej 2,7 świadczy o bardzo złej jakości przesyłanego sygnału mowy. Pomiar PESQ na poziomie 2,7 – 3 można uznać, że są do przyjęcia jednak w dużym stopniu jakość przesyłanego głosu będzie niesatysfakcjonująca.

Parametr	ERA	ORANGE	PLAY	PLUS
Liczba wykonanych połączeń	864	862	871	865
Liczba połączeń udanych [%]	93,75	95,59	85,88	95,95
Liczba połączeń zablokowanych /Blocks/ [%]	2,78	3,02	7,92	0,92
Liczba połączeń przerwanych /Dropps/ [%]	3,12	1,16	3,90	2,77
Liczba braku sieci /No Service/ [%]	0,35	0,23	2,30	0,35
Czas dostępu do usługi /Service Access Time/ [s]	6,31	6,08	7,88	6,32
Średnia wartość PESQ – MOS	3,84	3,81	3,63	3,77
Liczba próbek poniżej 2,7 [%]	4,84	5,79	4,05	2,42

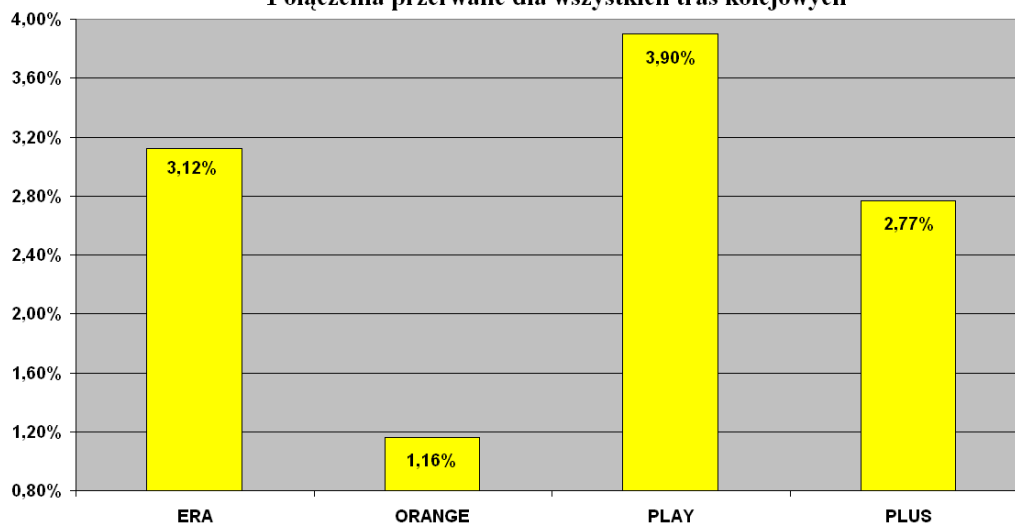
Połączenia udane dla wszystkich tras kolejowych



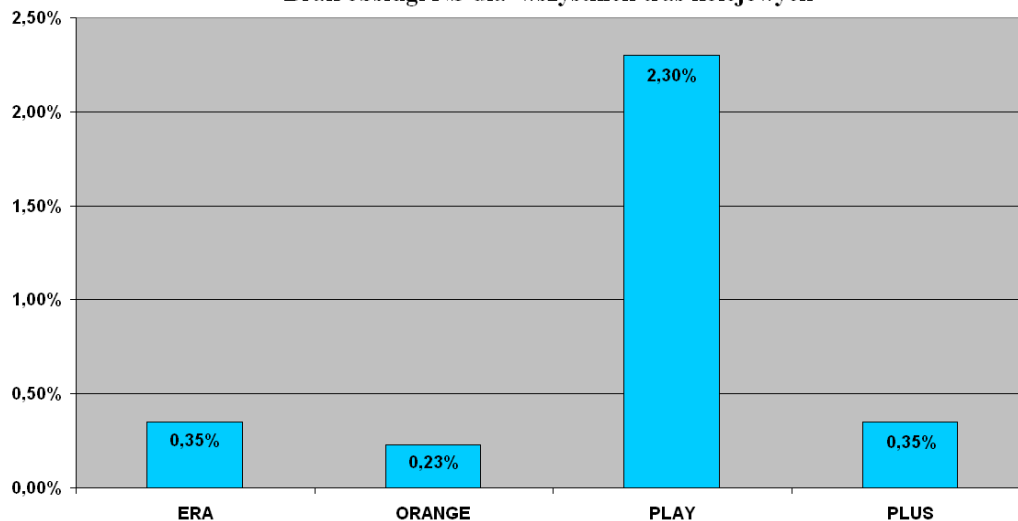
Połączenia zablokowane dla wszystkich tras kolejowych



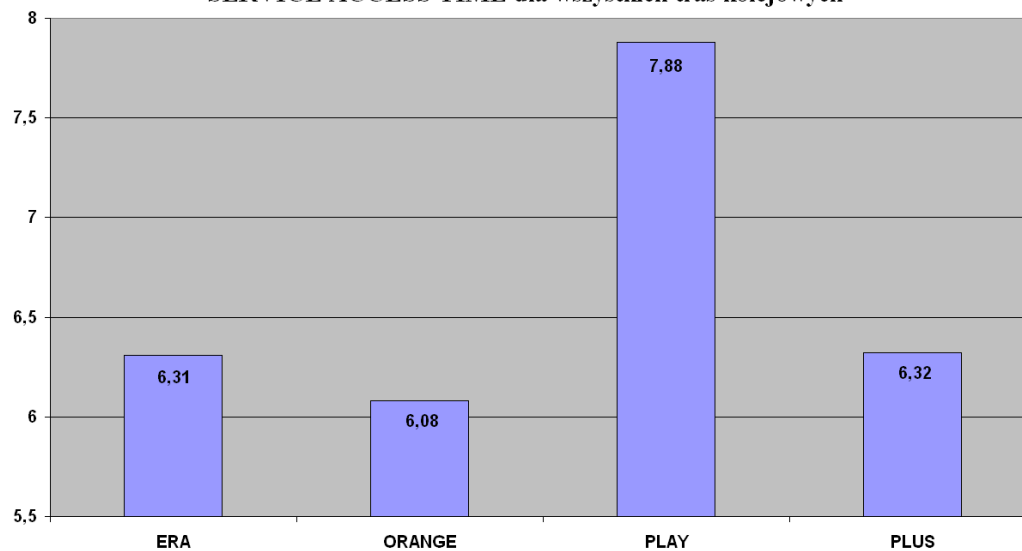
Połączenia przerwane dla wszystkich tras kolejowych



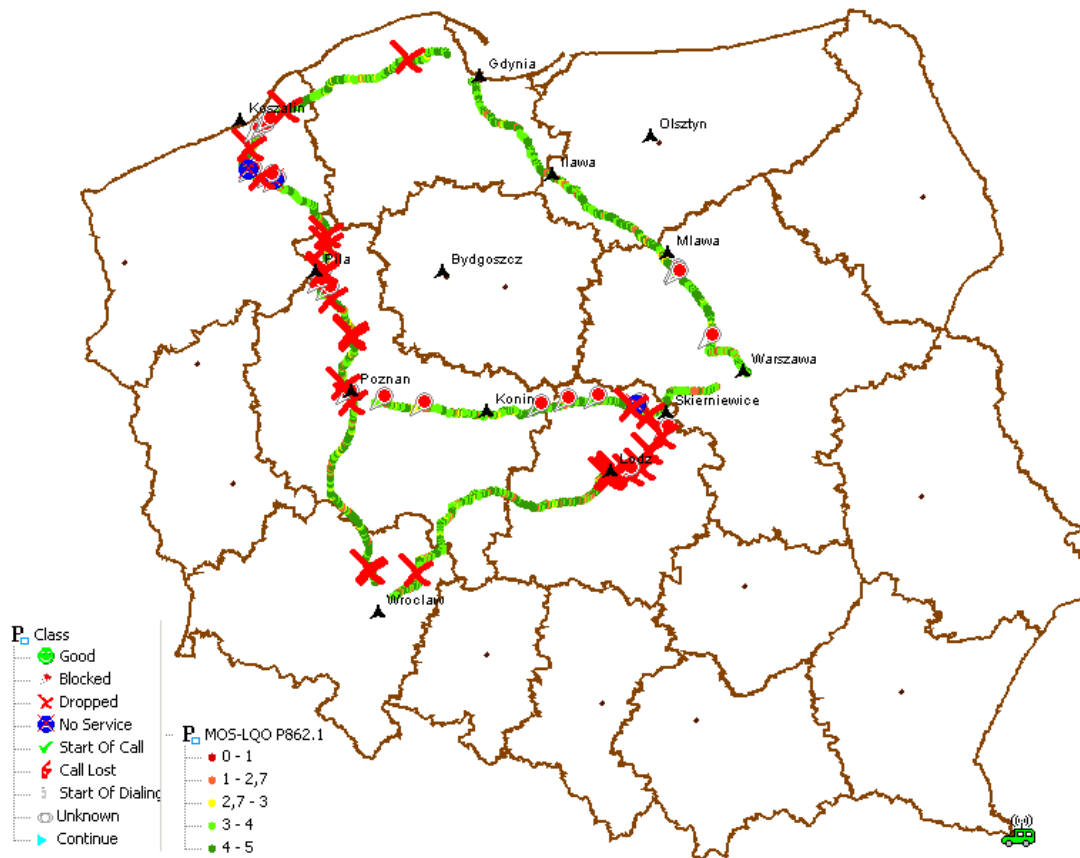
Brak obsługi NS dla wszystkich tras kolejowych



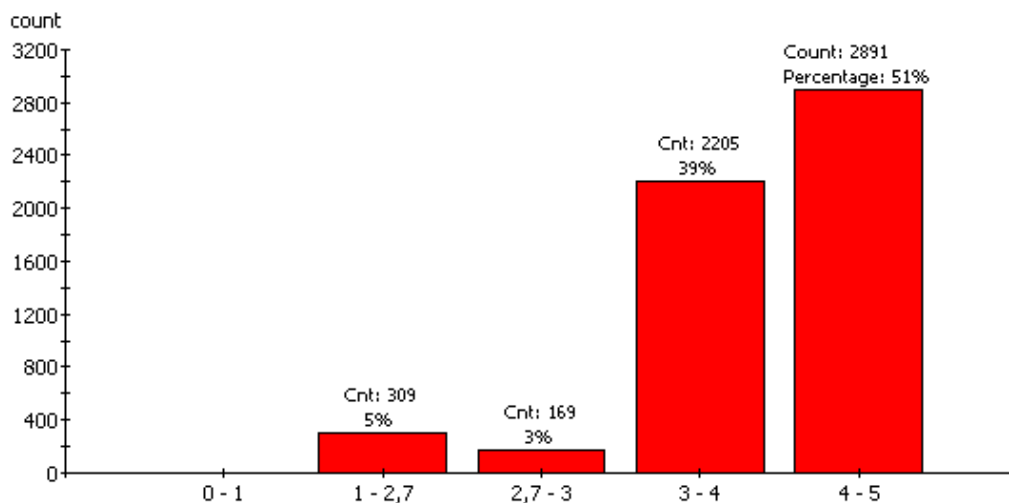
SERVICE ACCESS TIME dla wszystkich tras kolejowych



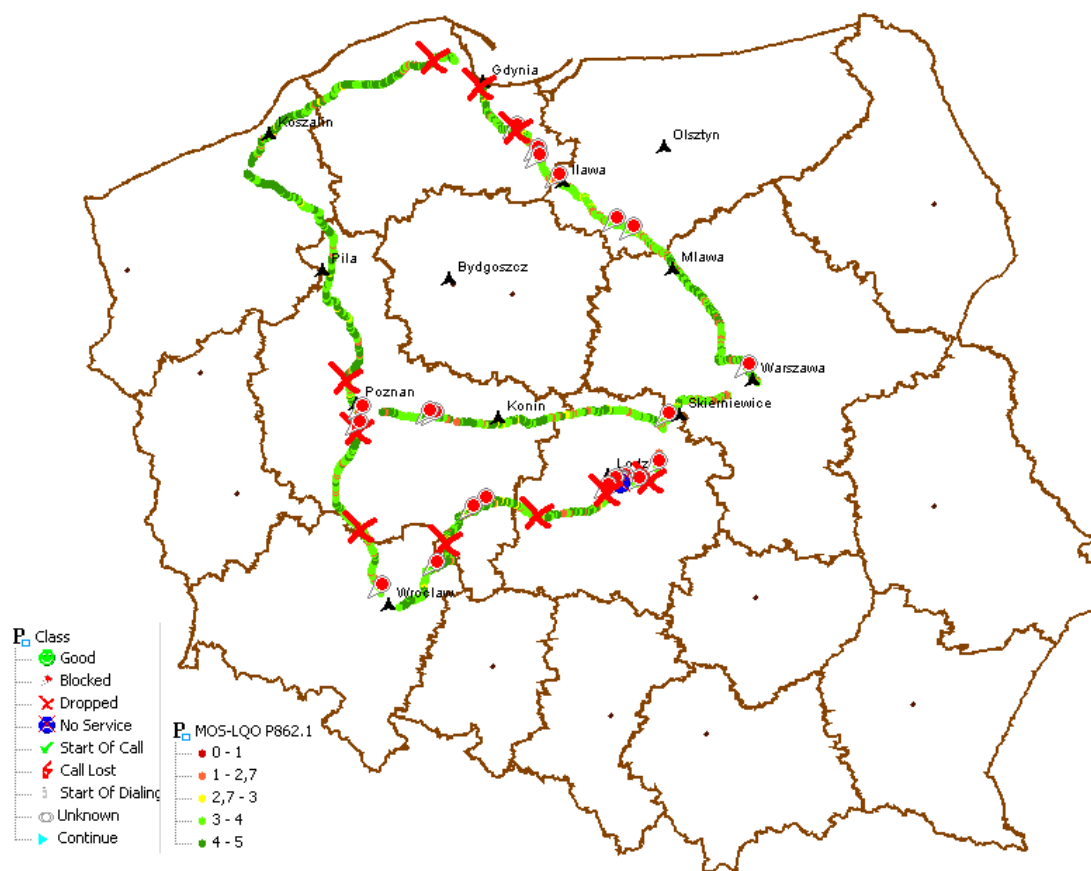
Mapa odzwierciedlająca rozkład, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



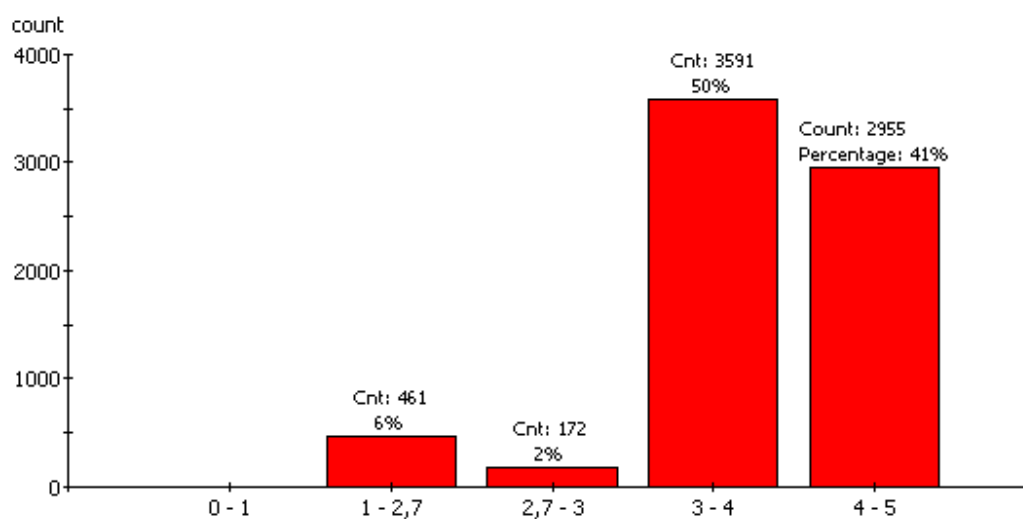
Histogram odzwierciedlający poziom, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o. „ERA”.



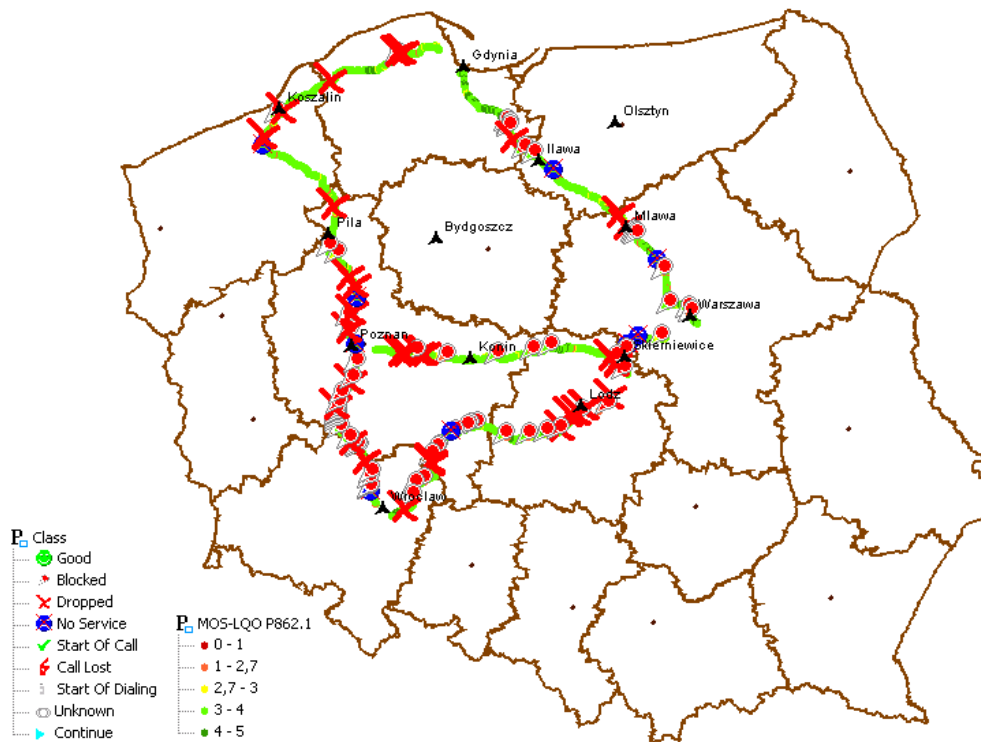
Mapa odzwierciedlająca rozkład, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



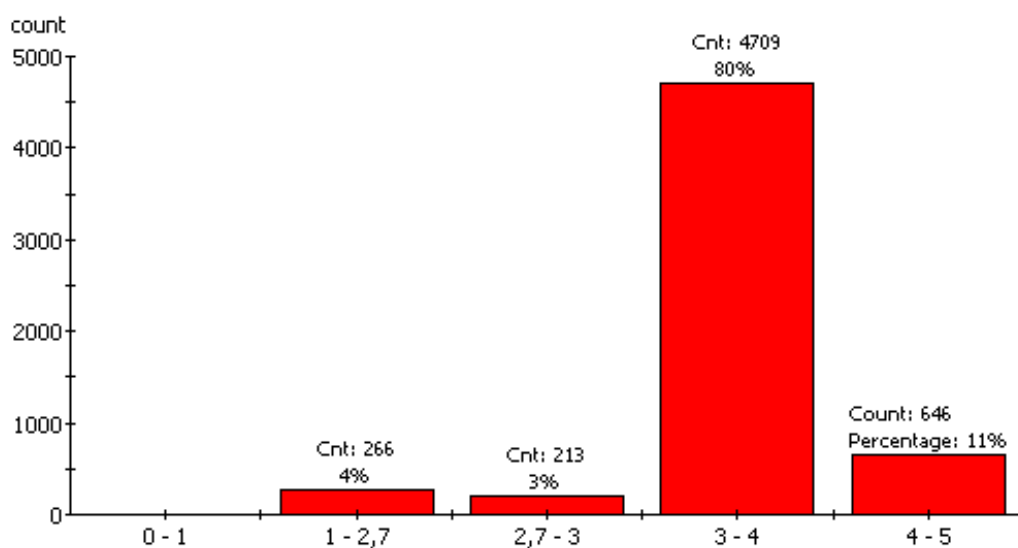
Histogram odzwierciedlający poziom, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polska Telefonia Komórkowa Centertel Sp. z o.o. „ORANGE”.



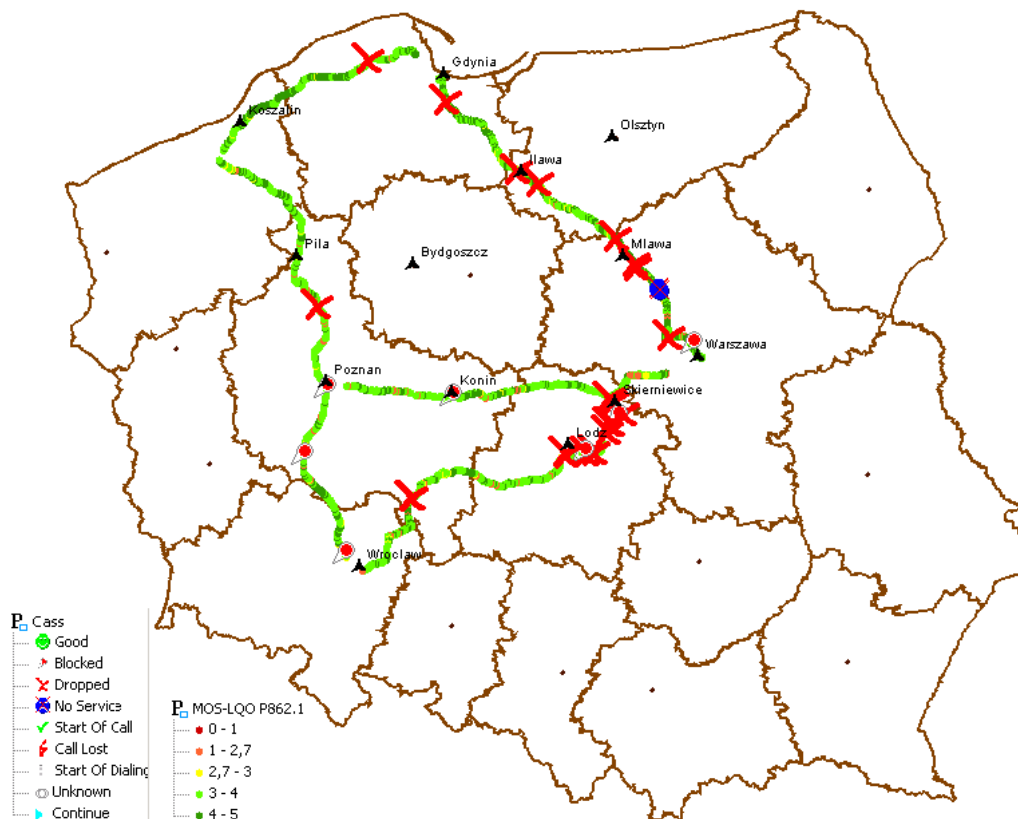
Mapa odzwierciedlająca rozkład, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



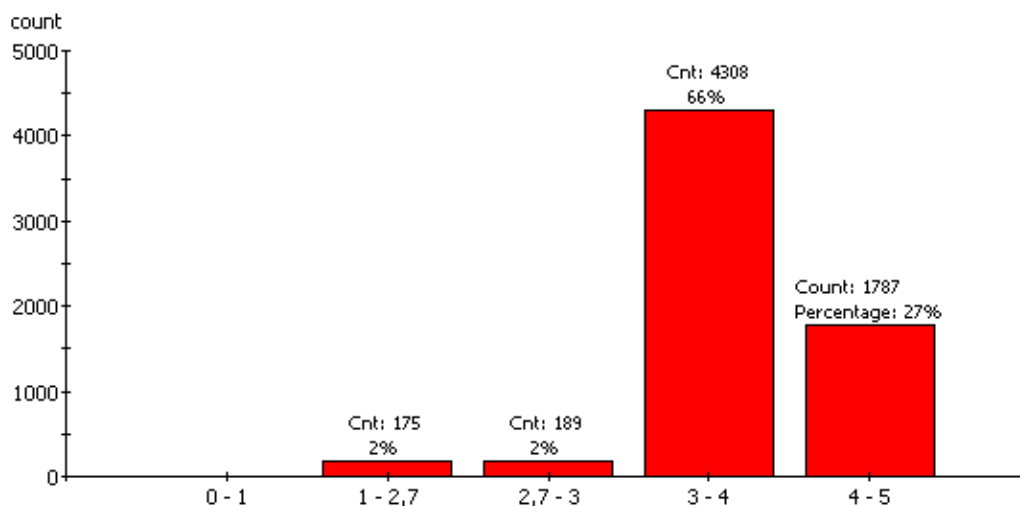
Histogram odzwierciedlający poziom, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora P4 Sp. z o.o. „PLAY”.



Mapa odzwierciedlająca rozkład, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polkomtel S.A. „PLUS”.



Histogram odzwierciedlający poziom, jakości połączenia głosowego PESQ MOS-LQO P862.1, dla operatora Polkomtel S.A. „PLUS”.



IV. Jakość transmisji danych.

1. Metoda prowadzenia badań.

Badania jakości transmisji danych polegały na określeniu skuteczności działania podstawowych protokołów sieciowych w sieciach poszczególnych operatorów.

Oceniano:

- czas i skuteczność zestawienia połączenia,
- czas i skuteczność otwierania stron sieci www,
- czas, prędkość i skuteczność pobierania pliku testowego o rozmiarze 1 MB z serwera FTP,
- prędkość i skuteczność odbierania i wysyłania poczty (w obu przypadkach wiadomość z załącznikiem o rozmiarze 1MB).

Pomiary wykonano wg poniższego scenariusza pomiarowego:

- zestawienie połączenia w trybie automatycznego wyboru sieci GSM lub UMTS operatora (uzyskanie adresu IP),
- wyświetlenie pięciu określonych (tych same dla każdego z operatorów) stron www,
- logowanie do serwera FTP znajdującego się w sieci informatycznej Urzędu Komunikacji Elektronicznej i pobranie pliku testowego o rozmiarze 1 MB,
- pobranie i wysłanie wiadomości e-maila z załącznikiem o rozmiarze 1 MB,
- zakończenie połączenia z siecią operatora (GSM/UMTS),
- pauza 15 s,
- rozpoczęcie kolejnego cyklu pomiarowego.

Scenariusz pomiarowy był powtarzany do momentu przerwania przez operatora systemu. Pomiary wykonywano dla 4 operatorów jednocześnie.

2. Kryteria oceny.

Uzyskanie jak najlepszej skuteczności działania badanych usług sieciowych oraz jak największych prędkości transmisji danych przy możliwie najkrótszych czasach dostępu do zasobów sieciowych.

3. Wyniki badań transmisji danych.

Podczas badania transmisji danych w sieciach komórkowych GSM 900/1800 i UMTS na trasach kolejowych Warszawa – Wrocław, Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa - Poznań wykonano łącznie 426 sesji pomiarowych w sieci operatora ERA, 376 sesji pomiarowych w sieci operatora ORANGE, 653 sesji pomiarowych w sieci operatora PLAY i 408 sesji pomiarowych w sieci operatora PLUS. Wykonując sesje pomiarowe w sieciach komórkowych przeprowadzono statystykę blokowanych i przerwanych sesji pomiarowych w stosunku do udanych sesji. Uwzględniono również sesje pomiarowe, które nie zostały zestawione w całości - wystąpiły błędy aplikacji App. Error. Błędy aplikacji występowały w momencie niewykonania któregoś z kroków scenariusza pomiarowego. Zaobserwowano problemy z wykonaniem poszczególnych usług w sieciach wszystkich operatorów.

Z analizy wszystkich sesji wykonanych na trasach kolejowych Warszawa – Wrocław, Wrocław – Gdynia, Gdynia – Warszawa i Warszawa - Poznań wynika że najczęściej nieudanych sesji zarejestrowano w sieci operatora PLAY, gdzie aż 54,21 % sesji pomiarowych nie zostało wykonanych. W sieciach pozostałych operatorów sesji zawierających błędy jest mniej: w sieci operatora PLUS zarejestrowano 14,46 % nieudanych sesji pomiarowych, w sieci operatora ORANGE zanotowano 10,11 % nieudanych sesji pomiarowych, a w sieci operatora ERA zaledwie 6,1 % nieudanych sesji pomiarowych. Podczas prowadzenia badań zarejestrowano również przerywanie zestawionych sesji pomiarowych. Najwięcej przerwanych sesji zarejestrowano w sieci operatora ORANGE na poziomie 6,38 %, następny wynik zanotowano w sieci operatora PLAY na poziomie 3,37 %. W sieci operatora PLUS zarejestrowano 1,96 % przerywania sesji pomiarowych. Najmniej przerwanych sesji pomiarowych zarejestrowano w sieci operatora ERA na poziomie 0,71 %. Najkrótszy czas zestawienia połączenia zanotowano w sieci operatora PLAY na poziomie 15,98 s, następny czas zestawienia połączenia występuje w sieci operatora ORANGE i sięga 17,88 s. Kolejny czas zestawienia połączenia zanotowano w sieci operatora ERA i wynosi on 19,03 s. Najdłuższy czas zestawienia połączenia zarejestrowano w sieci operatora PLUS i wynosi on aż 21,64 s.

- **Połączenie do stron www**

Strony internetowe najszybciej otwierają się w sieci operatora PLAY i tak strona www.onet.pl otwiera się już po 2,32 s. Strona www.allegro.pl, jej zawartość można otrzymać po 2,24 s. Strona www.mbank.pl, jej treść obejrzymy po niespełna 1,43 s. Strona www.facebook.com otwiera się w ciągu 2,73 s. Stronę internetowej www.youtube.pl obejrzymy już po 2,88 s.

- **Połączenia do serwera ftp**

W sieci operatora ERA wykonano łącznie 411 połączeń z serwerem FTP, w sieci operatora PLUS wykonano łącznie 404 połączenia, sieci operatora ORANGE wykonano 365 połączeń a w sieci operatora PLAY 363. Analizując transmisje danych przy użyciu protokołu FTP można stwierdzić, iż problemy z poprawnym połączeniem i pobraniem danych z serwera FTP zarejestrowano w sieciach komórkowych wszystkich operatorów. Najwięcej udanych połączeń z serwerem FTP tj. 98,54 % zanotowano w sieci operatora ERA. Prawie równoważny wynik zarejestrowano w sieci operatora PLUS na poziomie 98,51 %. Niewiele gorszy wynik zarejestrowano w sieci operatora ORANGE na poziomie 95,34 % udanych połączeń do serwera FTP. Najmniej udanych połączeń z serwerem FTP zarejestrowano w sieci operatora PLAY na poziomie 93,39 %. Pod względem czasu pobierania danych (plik 1 MB) z serwera FTP najlepiej wypadła sieć operatora PLAY z wynikiem 21,39 s, Pozostali operatorzy zanotowali czasy obierania danych ponad dwukrotnie gorsze: 45,21 s w sieci operatora PLUS, w sieci operatora ERA 48,67 s, 51,11 s w sieci operatora ORANGE. Prędkości pobierania pliku 1 MB z serwera FTP zawierają się w przedziale od 550,50 kbit/s w sieci operatora PLAY, przez 455,80 kbit/s w sieci operatora ERA, 453,74 kbit/s w sieci operatora ORANGE do 418,71 kbit/s w sieci operatora PLUS.

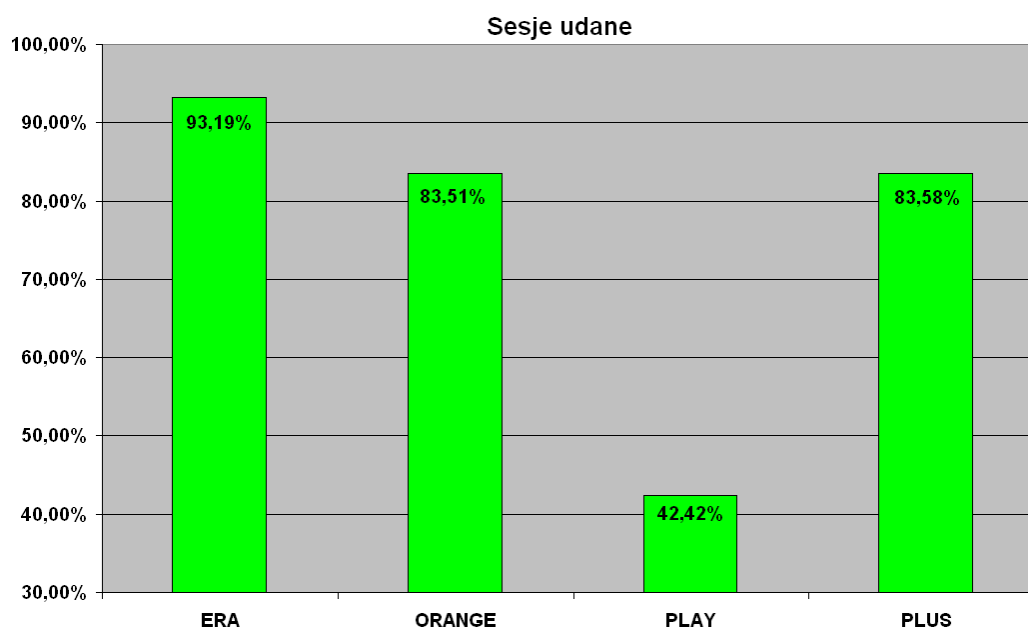
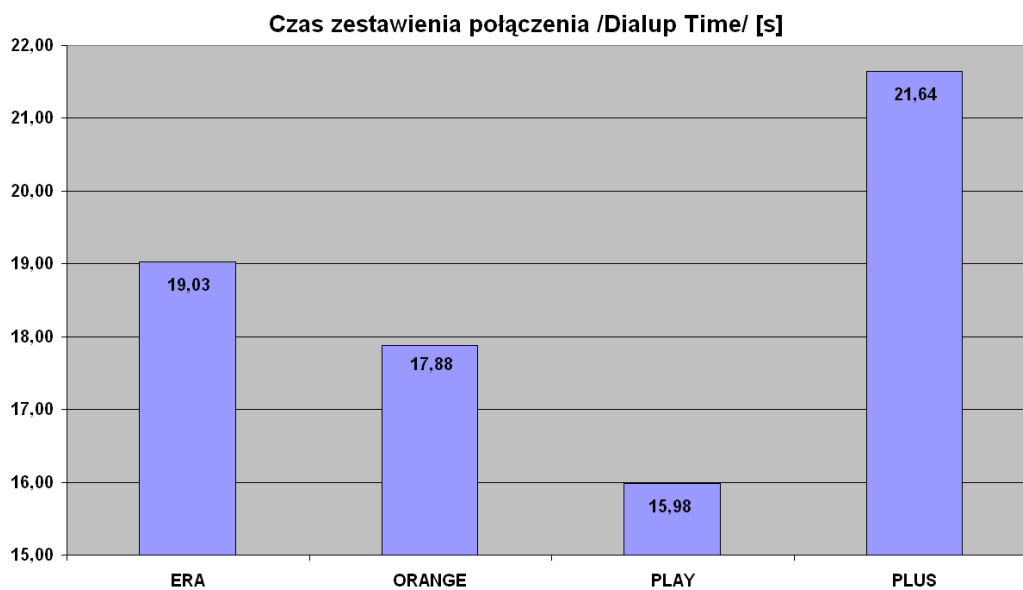
- **Połączenia z serwerem pocztowym**

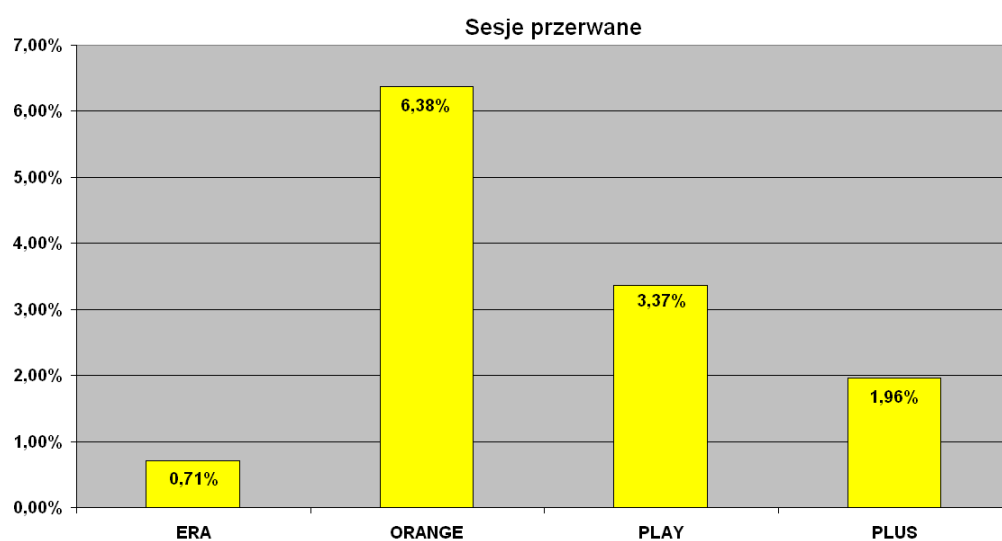
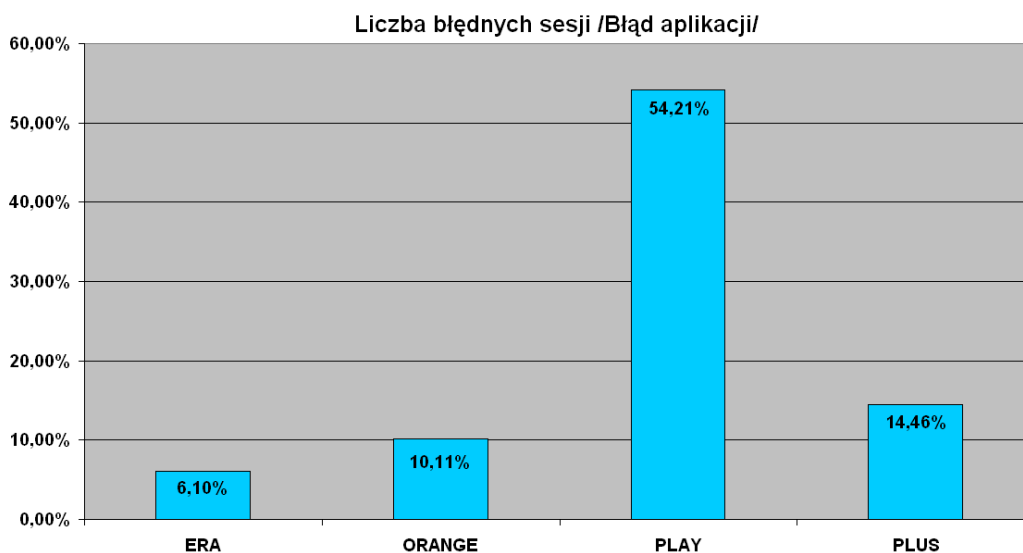
W sieci operatora ERA wykonano najczęściej bo 412 połączenia z serwerem poczty, w sieci operatora PLUS 403 połączenia, w sieci operatora ORANGE 366 połączeń

oraz w sieci operatora PLAY 364. Przy połączeniach z serwerem poczty, sieci operatorów uzyskały następujące wyniki: sieć operatora ERA 97,82 % udanych połączeń, sieć operatora PLUS 97,77 %, sieć operatora ORANGE 96,45 % udanych połączeń do serwera poczty i sieć operatora PLAY 90,11 % udanych połączeń do serwera poczty. Najwyższe prędkości pobierania poczty z załącznikiem 1 MB zarejestrowano w sieci operatora PLAY na poziomie 198,73 kbit/s. Trochę wolniej, bo z prędkością 157,98 kbit/s pocztę ściągano w sieci operatora ERA. Prędkość ściągania poczty 154,14 kbit/s zanotowana w sieci operatora PLUS. Najwolniej pobierzemy pocztę z załącznikiem w sieci operatora ORANGE, bo z prędkością 148,11 kbit/s. Wysyłanie poczty z załącznikiem 1 MB - najwyższe prędkości zarejestrowano w sieci operatora ORANGE 89,51 kbit/s, następnie na poziomie 84,81 kbit/s w sieci operatora PLAY i 80,59 kbit/s w sieci operatora „ERA”. Najwolniej, bo z prędkością zaledwie 55,53 kbit/s wyślemy pocztę w sieci operatora „PLUS”.

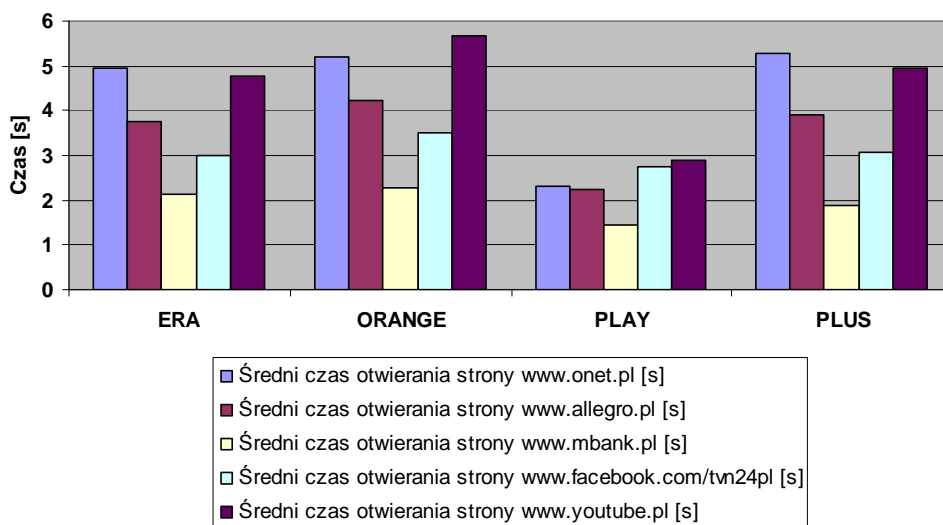
Parametr	ERA	ORANGE	PLAY	PLUS
Sumaryczna liczba wykonanych sesji pomiarowych	426	376	653	408
Średnia liczba sesji udanych [%]	93,19	83,51	42,42	83,58
Średnia liczba sesji nieudanych /Apl. Error/ [%]	6,10	10,11	54,21	14,46
Średnia liczba sesji przerwanych /Dropps/ [%]	0,71	6,38	3,37	1,96
Czas zestawienia połączenia /Dialup Time/ [s]	19,03	17,88	15,98	21,64
Średni czas otwierania strony www.onet.pl [s]	4,95	5,21	2,32	5,28
Średni czas otwierania strony www.allegro.pl [s]	3,76	4,23	2,24	3,89
Średni czas otwierania strony www.mbank.pl [s]	2,15	2,29	1,43	1,89
Średni czas otwierania strony www.facebook.com/tvn24pl [s]	2,99	3,51	2,73	3,08
Średni czas otwierania strony www.youtube.pl [s]	4,76	5,68	2,88	4,94
Sumaryczna liczba wykonanych połączeń do serwera FTP	411	365	363	404
Średnia liczba połączeń udanych [%]	98,54	95,34	93,39	98,51
Średnia liczba połączeń nieudanych [%]	1,46	4,66	6,61	1,49
Średni czas pobierania danych z serwera FTP [s] (1MB)	48,67	51,11	21,39	45,21
Średnia prędkość pobierania danych [kbit/s]	455,80	453,74	550,50	418,71
Sumaryczna liczba wykonanych połączeń do serwera pocztowego	412	366	364	403
Średnia liczba połączeń udanych [%]	97,82	96,45	90,11	97,77

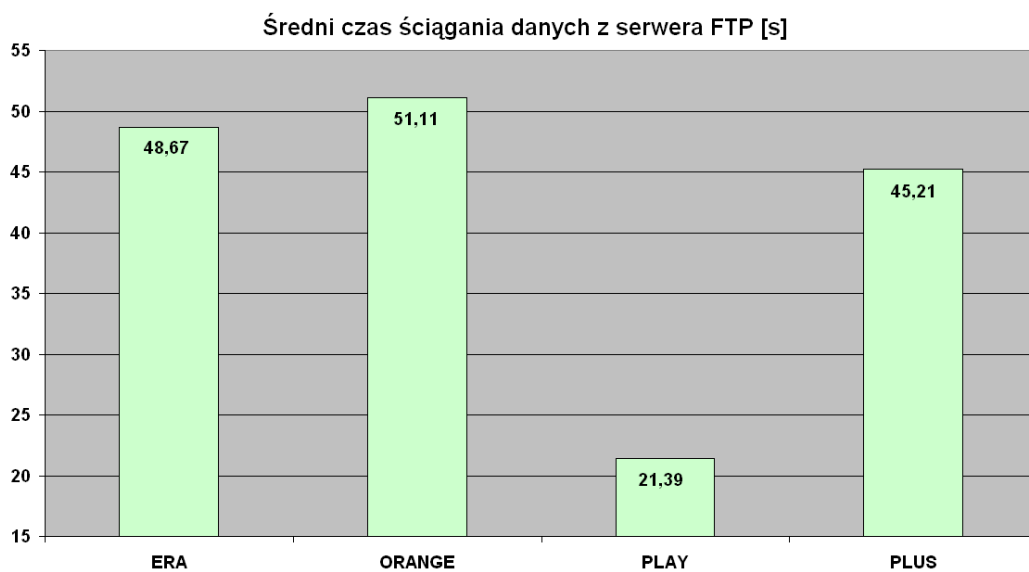
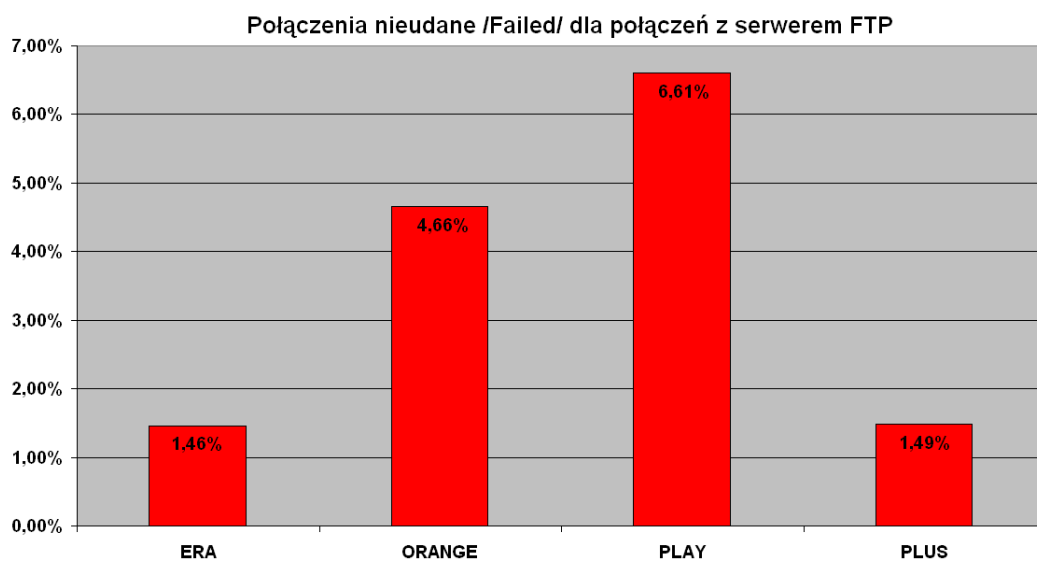
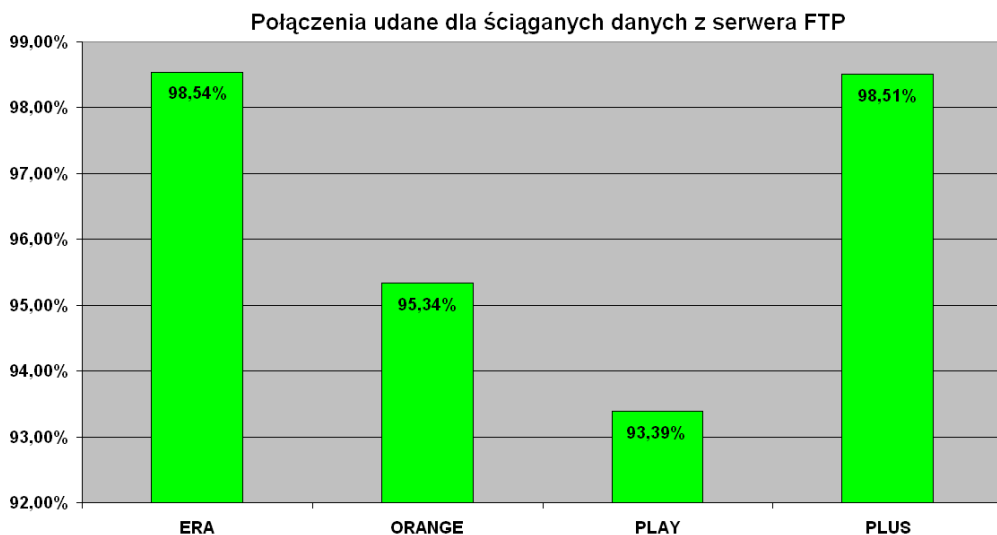
Średnia liczba połączeń nieudanych [%]	2,18	3,55	9,89	2,23
Średnia prędkość ściągania poczty [kbit/s]	157,98	148,11	198,73	154,14
Średnia prędkość wysyłania poczty [kbit/s]	80,59	89,51	84,81	55,53

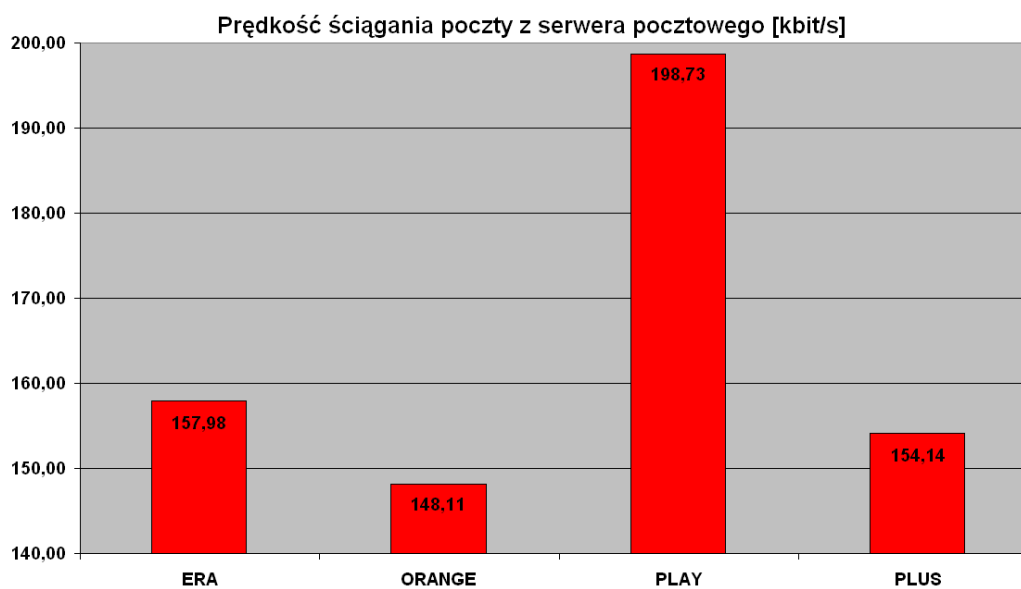
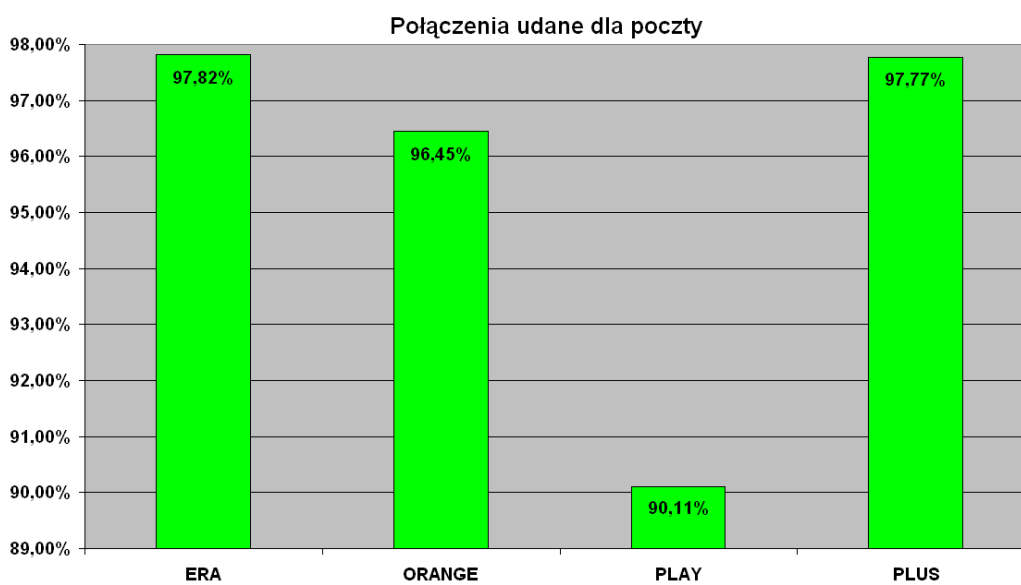
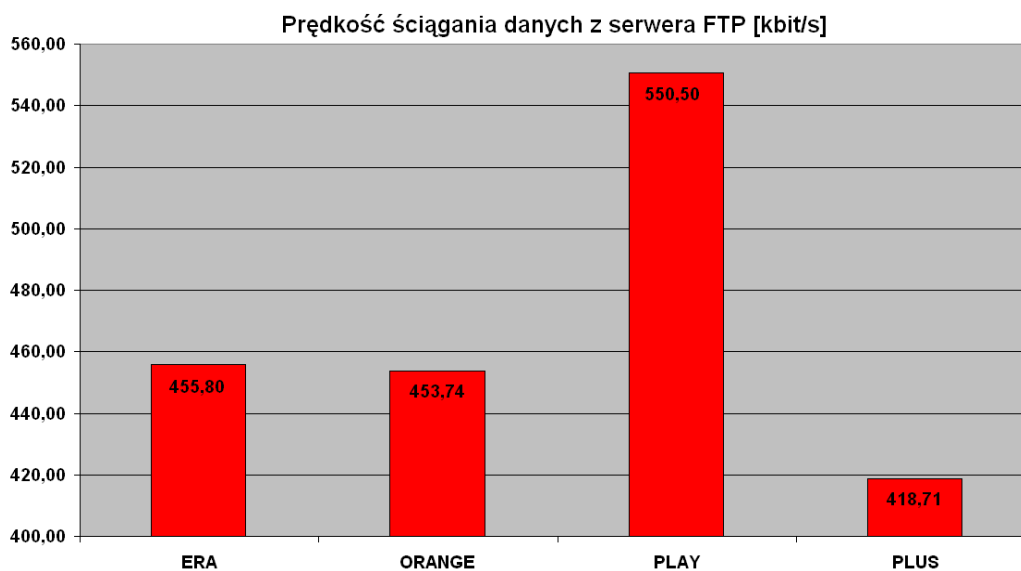


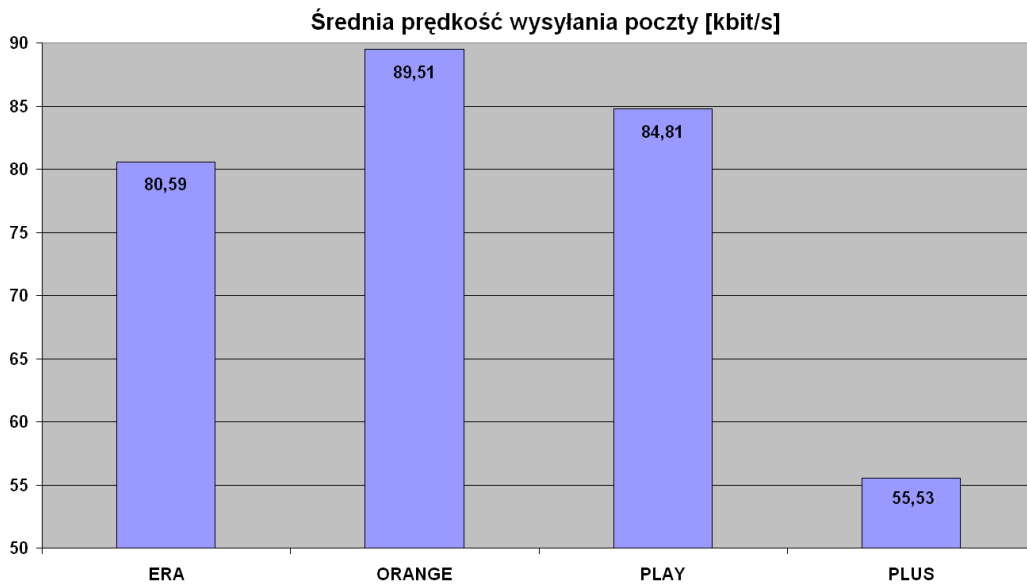


Uśrednione i sumaryczne wyniki badań jakości transmisji danych na trasach kolejowych.









Osoby sporządzające raport z badania sieci.

.....

.....
(Miejsce i data podpisania)

.....

.....
(Miejsce i data podpisania)

Załączniki:

- Załącznik nr 1 Trasa kolejowa Warszawa - Wrocław
- Załącznik nr 2 Trasa kolejowa Wrocław - Gdynia
- Załącznik nr 3 Trasa kolejowa Gdynia - Warszawa
- Załącznik nr 4 Trasa kolejowa Warszawa - Poznań