

WiMax – od pomysłu do przemysłu

czyli

jak w pół roku objąć zasięgiem internetowym
województwo i nie zwariować

PLNOG 7

Kraków, 28-29 września, 2011

www.espol.com.pl

Espol Sp. z o. o. - kilka słów o firmie



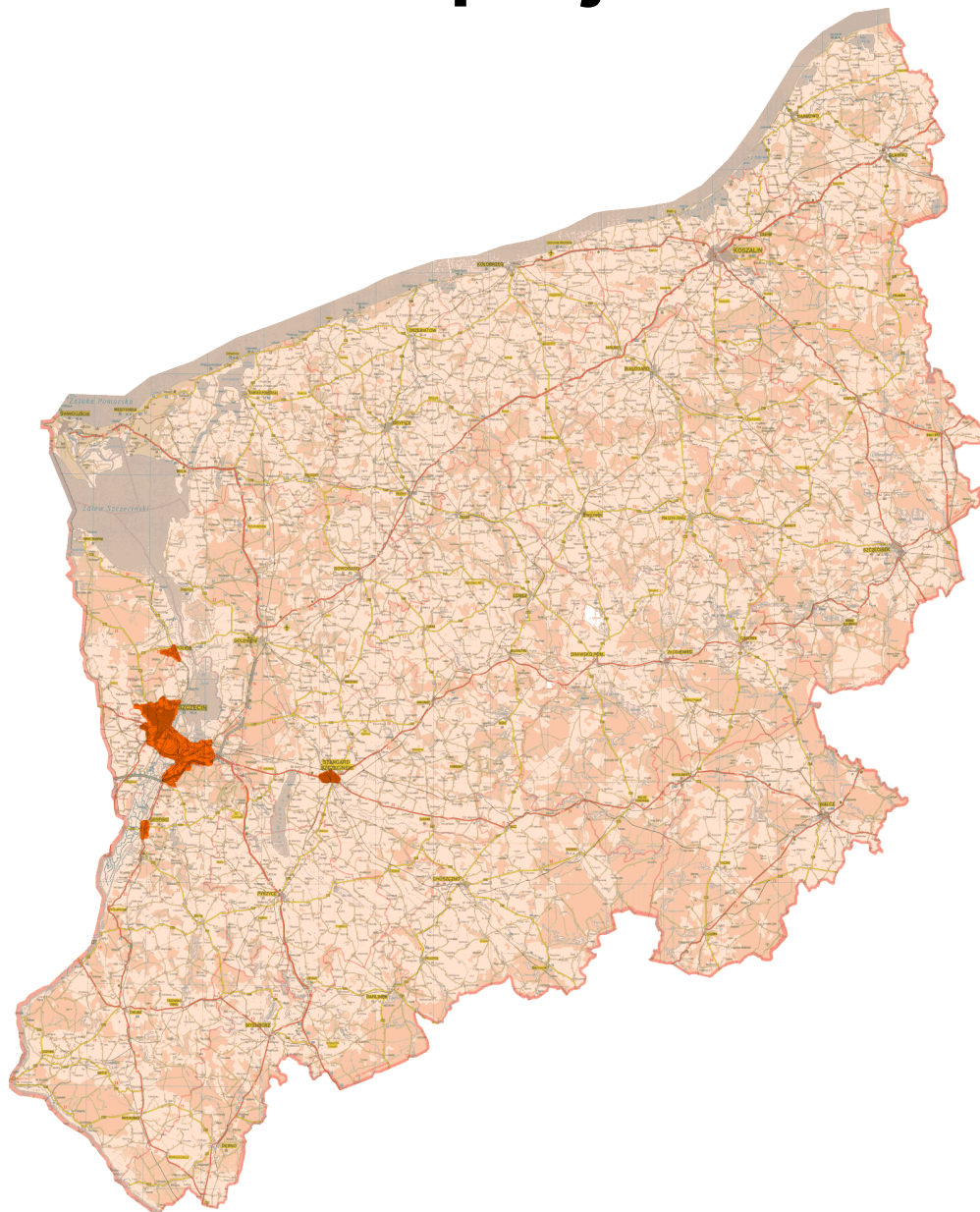
- ISP od 1997r.
- integrator systemów IT
- dostawca usług cyfrowych
Triple Play:
 - Internet
 - IPTV
 - VoIP

- ponad 20 tysięcy usług w oparciu o Ethernet (FTTB i FFTH, LMDS)
- 50 pracowników + kilkunastu podwykonawców
- w zasięgu do 2010r - Szczecin, Stargard Szcz., Police, Gryfino

Dlaczego WiMax?

- trudna walka z ogólnopolskimi korporacjami o klienta na zasobach miejskich
- niski wzrost liczby klientów
- dążenie rządu do wprowadzenia szerokopasmowego internetu na obszary wiejskie i słabo zurbanizowane, skutkujące dofinansowaniami do projektów unijnych
- próba eksploatacji nowych rynków jeszcze przed "dużymi" - Polsat, sieci GSM

Skala projektu

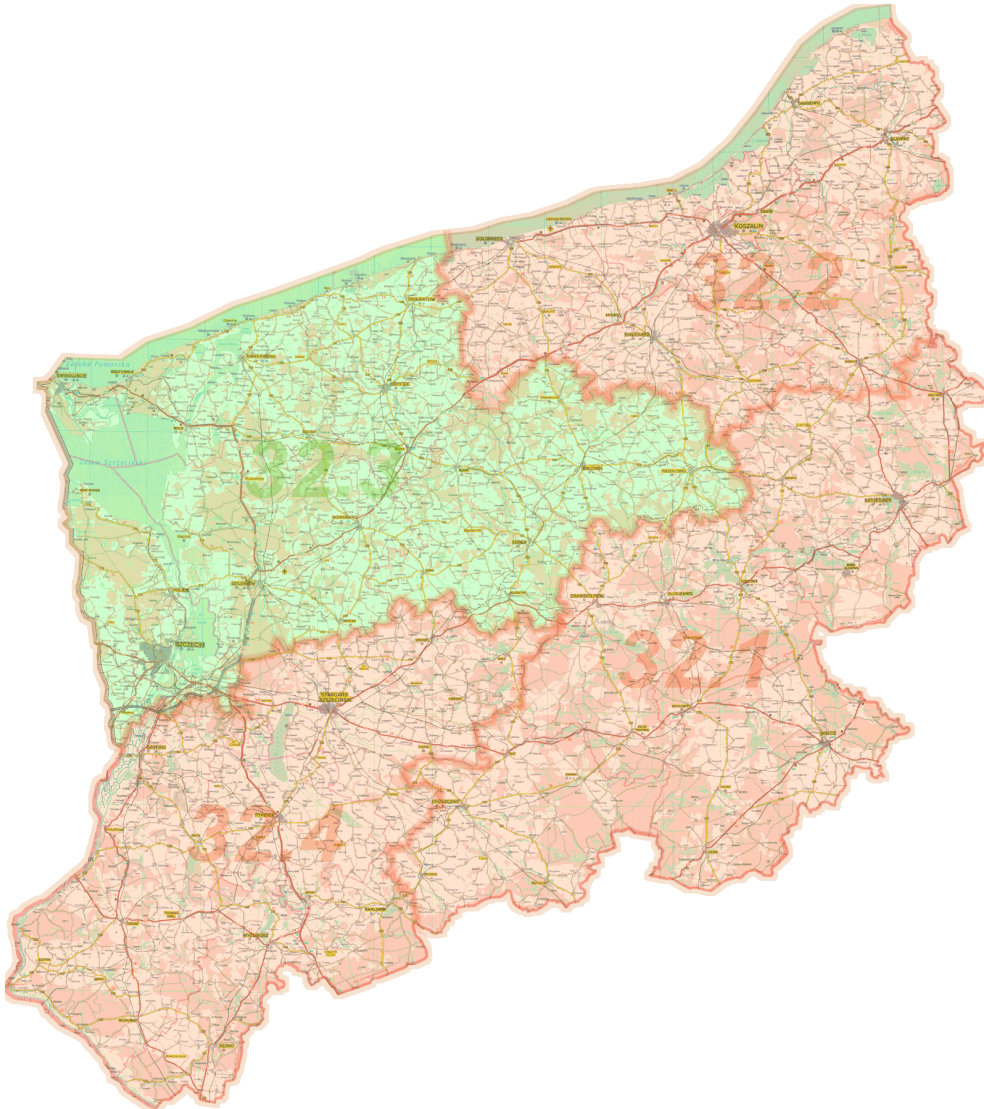


Historia zdarzeń

- **2004/2005** - szkolenie w Pradze, testy WiMax D
- **2008.11** - UKE ogłasza przetarg na częstotliwości 3.6-3.8GHz
- **2009.04** - formalnie otrzymujemy częstotliwości na Zachodniopomorskie
- **2009.05** - piszemy projekt i składamy wniosek o dofinansowanie z RPO
- **2009.12** - oficjalny start projektu (jest dofinansowanie)
- **2010.05** - zakończenie testów technicznych
- **2010.06** - zakończenie przyjmowania ofert i decyzja o wyborze dostawcy
- **2010.07** - negocjacje umowy z dostawcą
- **2010.08** - pierwsza dostawa sprzętu
- **2010.10** - pierwsza stacja bazowa (Stargard) i pierwsi klienci komercyjni
- **2010.11** - przerwa techniczna ;-)
- **2010.12** - wznowienie wdrożenia komercyjnego
- **od 2011.01** - sukcesywne budowanie 10 nowych stacji: Szczecin, Pyrzyce, Białogard, Koszalin, Gryfino, Drawsko Pomorskie, Złocieniec, Wałcz, Chojna

Czas od ogłoszenia przetargu przez UKE do pierwszego komercyjnego klienta to **2 lata**, a do zakończenia całego projektu w tym roku - ponad **3 lata**.

Pozyskanie częstotliwości



- czas pozyskania częstotliwości (listopad 2008 - kwiecień 2009) - **6 miesięcy**
- wygrywamy przetarg z Marszałkiem Województwa ;-)
- na obszarze szczecińskim współpracujemy z firmą AS Consulting tworząc konsorcjum

Jak podzielono częstotliwości 3,6-3,8GHz w Polsce?



źródło: <http://www.computerworld.pl>

Finansowanie i zakres projektu

- Urząd Marszałkowski, RPO, działanie 1.1.3
- *"Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw poprzez innowacyjne inwestycje"*
- Projekt: **Wdrożenie innowacyjnej technologii mobilnego bezprzewodowego dostępu do Internetu - WIMAX 802.16e**
- budżet: **4 mln PLN** (z VAT)
- dofinansowanie **60%** (bez VAT)
- czas na napisanie projektu: **1,5 miesiąca**
- **12** stacji bazowych (planowane **20**, koszty pozwoliły na **12**)
- **1250** terminali odbiorczych
- **11** radiolinii



Czy 1,5 miesiąca na projekt UE to dużo?

- znaleźć 20 lokalizacji w województwie, które będą uzasadnione **biznesowo i technicznie**
- wykonać objazd potencjalnych miejsc posadowienia stacji
- podpisać **umowy dzierżawy** powierzchni na każdą stację
- dostarczyć mapki oraz wnioski związane z oddziaływaniem na obszary "Natura 2000" do RDOŚ i uzyskać pozytywną opinię
- skalkulować koszty (pozyskać sensowne oferty)
- wystąpić do uczelni z wnioskiem o "**opinię o innowacyjności**" wdrażanej technologii
- dowiadujemy się też, że firmy doradcze nie zawsze doradzają sensownie i wcale nie zmniejszają ilości niezbędnej do wykonania pracy
- w firmie cały czas toczą się standardowe procesy i inwestycje



WiMax - co to jest?

- Technologia bezprzewodowa stworzona by umożliwić dostęp do szerokopasmowych usług na dużym obszarze (system punkt-wielopunkt)
- standard stworzony przez Wimax Forum

Kilka cech sytemu Wimax 802.16e:

- interoperacyjność produktów (certyfikacja zgodności ze standardem)
- transmisja wielotorowa (MIMO)
- inteligentne anteny (smart antenna)
- OFDMA - Ortogonalne zwielokrotnianie w dziedzinie częstotliwości (do 2048 podnośnych)
- modulacja adaptacyjna

WiMax a LTE

	WIMAX IEEE802.16e-2005	3GPP LTE
Technologia dostępu		
Downlink:	OFDMA	OFDMA
Uplink:	OFDMA	SC-FDMA
Pasma częstotliwości	2.3-2.4GHz, 2.496-2.69GHz, 3.3-3.8GHz	2100 MHz, 900 MHz, 2,5-2,69 MHz, 1800 MHz, 470-854 MHz
Przepustowości		
Downlink:	100 Mbps (MIMO 4x2)	300Mbps (MIMO 4x4)
Uplink:	25 Mbps	50Mbps
Szerokość kanału	5, 8.75, 10MHz	1.25 - 20MHz
Wydajność widmowa	3.75 bit/sec/Hz	5 bit/sec/Hz
Pojemność komórki	100 - 200 użytkowników	~200 - 400 użytkowników
Zasięg komórki	2 - 7 km	5 km
Mobilność	do 120 km/h	do 120 km/h (docelowo 500km/h)
MIMO		
Downlink:	2 x 2	2 x 2 (4x4)
Uplink:	1 x N	2 x 2
Harmonogram prac		
Finalizacja standardu:	2005	2008/2009
Rozwiązania techniczne:	2008	2009
Rynek masowy:	2009	2011

Wybór dostawcy technologii

- WiMAX FORUM - organizacja non profit, zajmująca się certyfikacją urządzeń WiMax mając na celu zachowanie kompatybilności między poszczególnymi producentami



- Żaden z dostawców nie ma działającej produkcyjnie instalacji w naszym paśmie w standardzie 802.16e, na tej podstawie wnioskujemy, że to będzie ciekawe wdrożenie ;-)
- Zaczynamy od 4 producentów (6 systemów), następnie zawężamy wybór do 3 producentów (3 systemów):



Rozpoczęcie testów - czyli droga przez mękę

- brak sprzętu na testy, a jeżeli już są urządzenia to najczęściej nie działają tak jak powinny
- dostawcy oczekują, że kupimy system na podstawie prezentacji w Power point
- jeżeli urządzenia działają to inżynierowie producentów nie wiedzą jak je konfigurować
- konfiguracja sieciowa, której oczekujemy (transmisja jedynie L2, 3 niezależne VLANy - mgmt, internet, VoIP) jest traktowana jak pomysł z piekła rodem
- inżynierowie dostawców przestają nas lubić :)

Testowanie rozwiązań

- stacja bazowa posadowiona w Szczecinie
- powstaje znormalizowana procedura testów, ta sama dla każdego dostawcy
- testy z ruchem IPTV (a dlaczego nie?), VoIP i Internet
- testy w terenie, terminale w domach pracowników i zaufanych klientów
- testy w firmowym laboratorium



Finalna decyzja o wyborze producenta

- Przy wyborze uwzględnione zostały m. in. następujące cechy:
 - cena
 - uzyskane przepływności na poszczególnych odległościach przy LOS i NLOS
 - stabilność rozwiązania w czasie testów
 - dostępność terminali (większość producentów używa terminali firmy Gemtek)
 - wydajność procesorów terminali i stacji bazowej
 - jakość wsparcia technicznego, w tym także wiedza i poziom przeszkolenia inżynierów w Polsce

Wybrane rozwiązanie



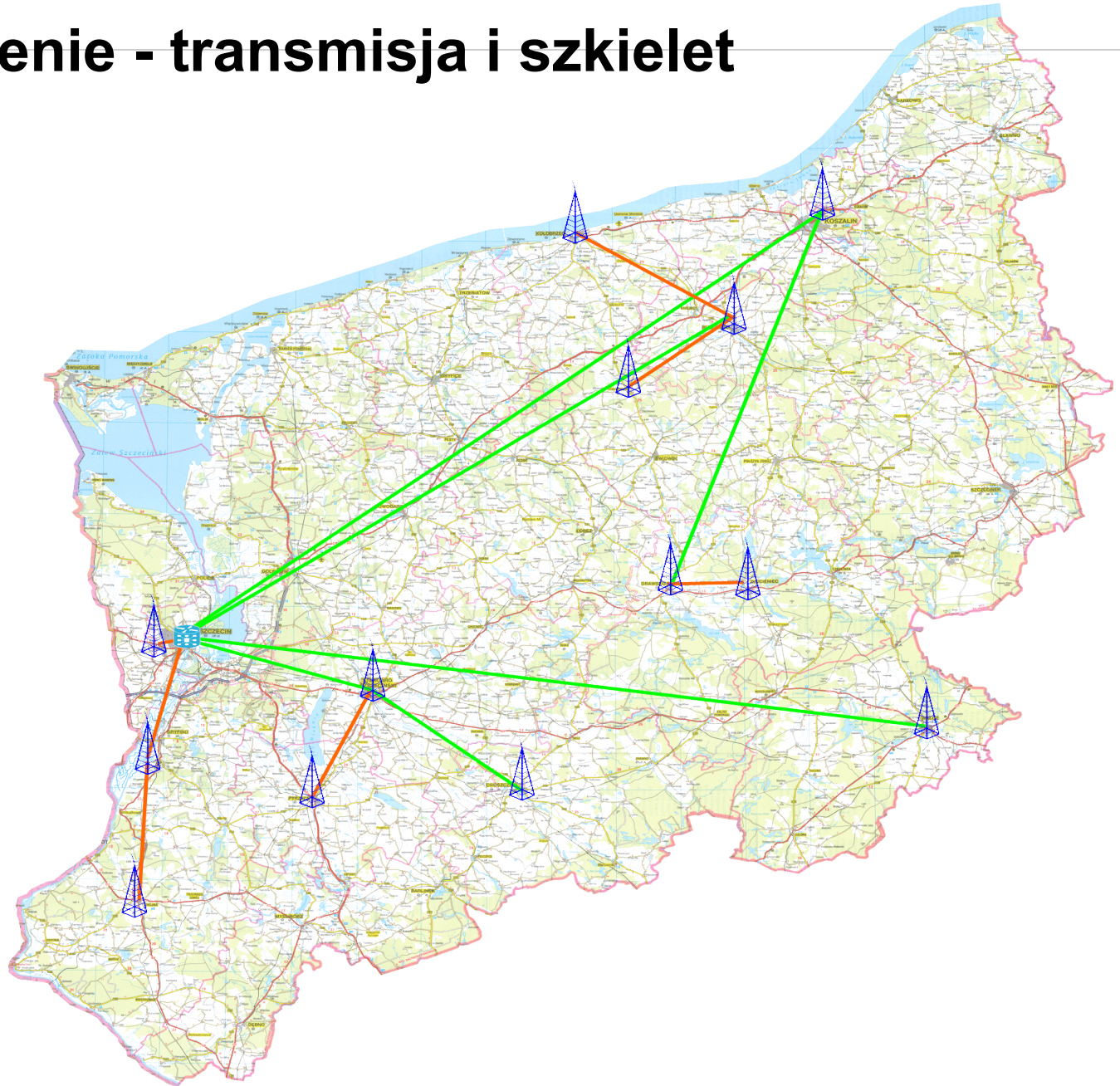
- Air4G-W24 (MacroMAXe) parametry:
 - 3.x GHz, max. poziom nadawania Tx Power (per RF Port) + 37 dBm (5 Watts)
 - wspiera kanały 3,5 / 5 / 7 / 10 MHz oraz w nowej wersji oprogramowania 10.0 2 x 7 / 2 x 10 MHz
 - interfejs światłowodowy Gigabyte Ethernet
 - 4x2 (4 odbiorniki / 2 nadajniki)
 - wspierane modulacje w uplinku i downlinku: QPSK 1/2, QPSK 3/4, 16QAM 1/2, 16QAM 3/4, 64QAM 1/2, 64QAM 2/3, 64QAM 3/4, 64QAM 5/6,
 - wspiera tryby pracy: IP CS i Ethernet CS
 - baza danych: MS SQL - Netspan

Wdrożenie - transmisja i szkielet

- kanały 7MHz (planujemy przejście na 10 MHz)
- ruch w L2 przesyłany z każdej stacji do Szczecina (minimum 5 VLANów transportowanych w QinQ)
- baza danych i centralny system zarządzania - Szczecin
- dzierżawimy łącza L2 od operatorów ogólnopolskich i regionalnych
- stawiamy radiolinie - wybraliśmy system Ceragon (ma wbudowany metro-ethernet switch, możliwość rozbudowy do 1 Gb/s)
- budujemy własne światłowody i przyłącza

Wdrożenie - transmisja i szkielet

- kolor czerwony: nasze łącza (radiolinie i światłowody)
- kolor zielony: łącza dzierżawione od operatorów ogólnopolskich i regionalnych

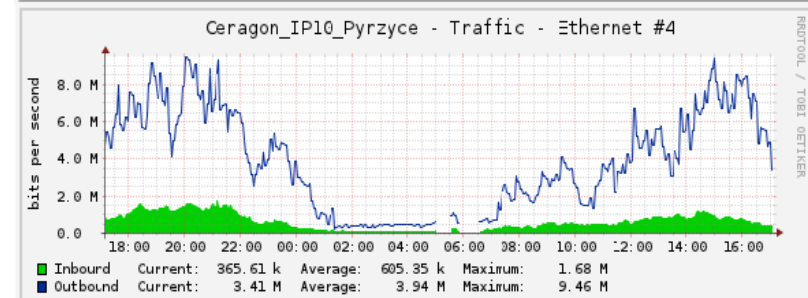
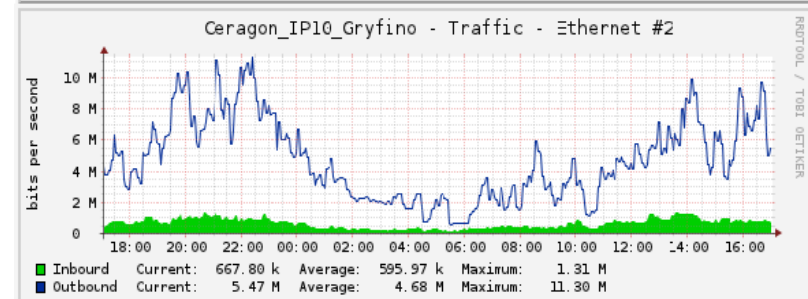
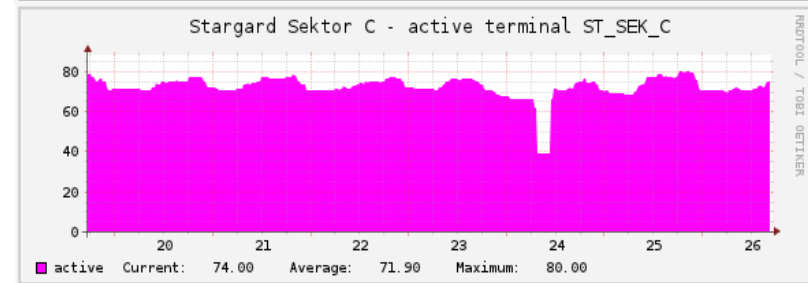
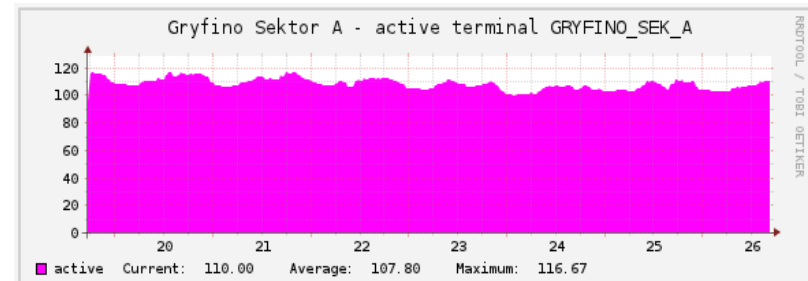


Przepływności systemu WiMax

Bandwidth	Channel Config	Matrix	10 MHz, podział DOWN/UP 35/12, Matrix B								
			QPSK			16QAM			64QAM		
			1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	2/3	3/4	5/6	
10 MHz	35/12	Matrix B	Throughput (Mbps)								
			Downlink	9,216	13,824	18,432	27,648	27,648	36,864	41,472	46,08
			Uplink	1,008	1,512	2,016	3,024	3,024	4,032	4,536	5,04
		Matrix A	Throughput (Mbps)								
			Downlink	4,608	6,912	9,216	13,824	13,824	18,432	20,736	23,04
			Uplink	1,008	1,512	2,016	3,024	3,024	4,032	4,536	5,04
	29/18	Matrix B	Throughput (Mbps)								
			Downlink	7,488	11,232	14,976	22,464	22,464	29,952	33,696	37,44
			Uplink	1,68	2,52	3,36	5,04	5,04	6,72	7,56	8,4
		Matrix A	Throughput (Mbps)								
			Downlink	3,744	5,616	7,488	11,232	11,232	14,976	16,848	18,72
			Uplink	1,68	2,52	3,36	5,04	5,04	6,72	7,56	8,4
7 MHz	24/9	Matrix B	Throughput (Mbps)								
			Downlink	5,76	8,64	11,52	17,28	17,28	23,04	25,92	28,8
			Uplink	0,672	1,008	1,344	2,016	2,016	2,688	3,024	3,36
		Matrix A	Throughput (Mbps)								
			Downlink	2,88	4,32	5,76	8,64	8,64	11,52	12,96	14,4
			Uplink	0,672	1,008	1,344	2,016	2,016	2,688	3,024	3,36
	21/12	Matrix B	Throughput (Mbps)								
			Downlink	5,184	7,776	10,368	15,552	15,552	20,736	23,328	25,92
			Uplink	1,008	1,512	2,016	3,024	3,024	4,032	4,536	5,04
		Matrix A	Throughput (Mbps)								
			Downlink	2,592	3,888	5,184	7,776	7,776	10,368	11,664	12,96
			Uplink	1,008	1,512	2,016	3,024	3,024	4,032	4,536	5,04

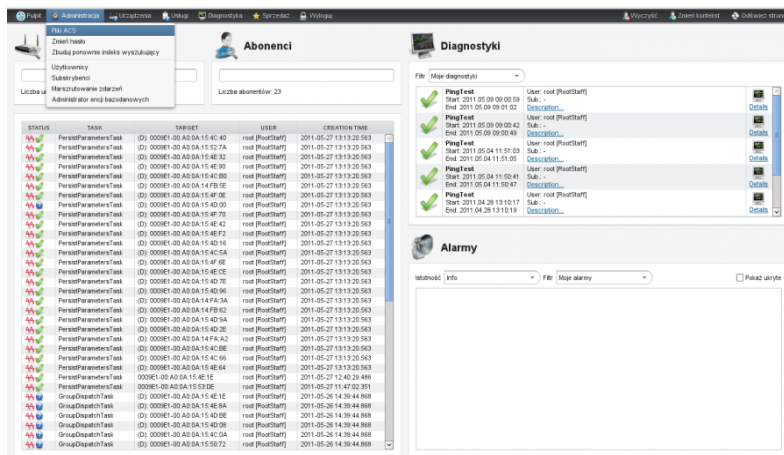
Wdrożenie - terminacja IP i monitoring

- system WiMax pracuje tylko w L2, warstwa L3 jest realizowana przez istniejącą infrastrukturę w Szczecinie
- pod względem IP klienci są terminowani na jednym serwerze linuxowym
- QoS jest realizowany przez system WiMax
- traffic control jest realizowane przez stację bazową oraz przez serwer linuxowy
- 95% klientów jest za NAT, adres publiczny tylko na życzenie klienta
- każda stacja bazowa to osobny VLAN
- monitoring ilościowy usług został wykonany na bazie Cacti, alarmy:
 - b. niska lub b. wysoka przepływność
 - b. niska ilość zalogowanych terminali
- monitoring dostępności realizuje Nagios

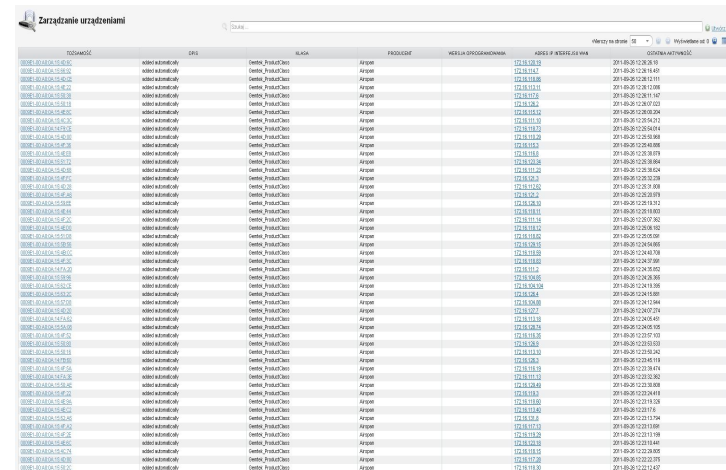


Wdrożenie - provisioning terminali

- wykorzystanie protokołu TR-069
- współpraca z firmą ACS, wypracowanie systemu pozwalającego na:
 - hurtową zmianę konfiguracji terminali
 - automatyczna weryfikacja parametrów terminali wraz z przypisaniem danego terminala do konkretnej grupy
 - hurtowy upgrade terminali
 - wyświetlanie alarmów z terminali



The screenshot shows the ACS provisioning interface. On the left, there is a table of tasks with columns for STATUS, TASK, TARGET, USER, and CREATION TIME. The tasks are listed as 'ParametrowanieTask' and 'GroupAdminTask'. The main area displays a 'Diagnostyki' (Diagnostics) window with a log of 'PingTest' operations. The log shows successful pings for various terminal IDs, including details like 'Start', 'End', 'User', and 'Sub-'. There is also an 'Alarmy' (Alarms) section at the bottom.

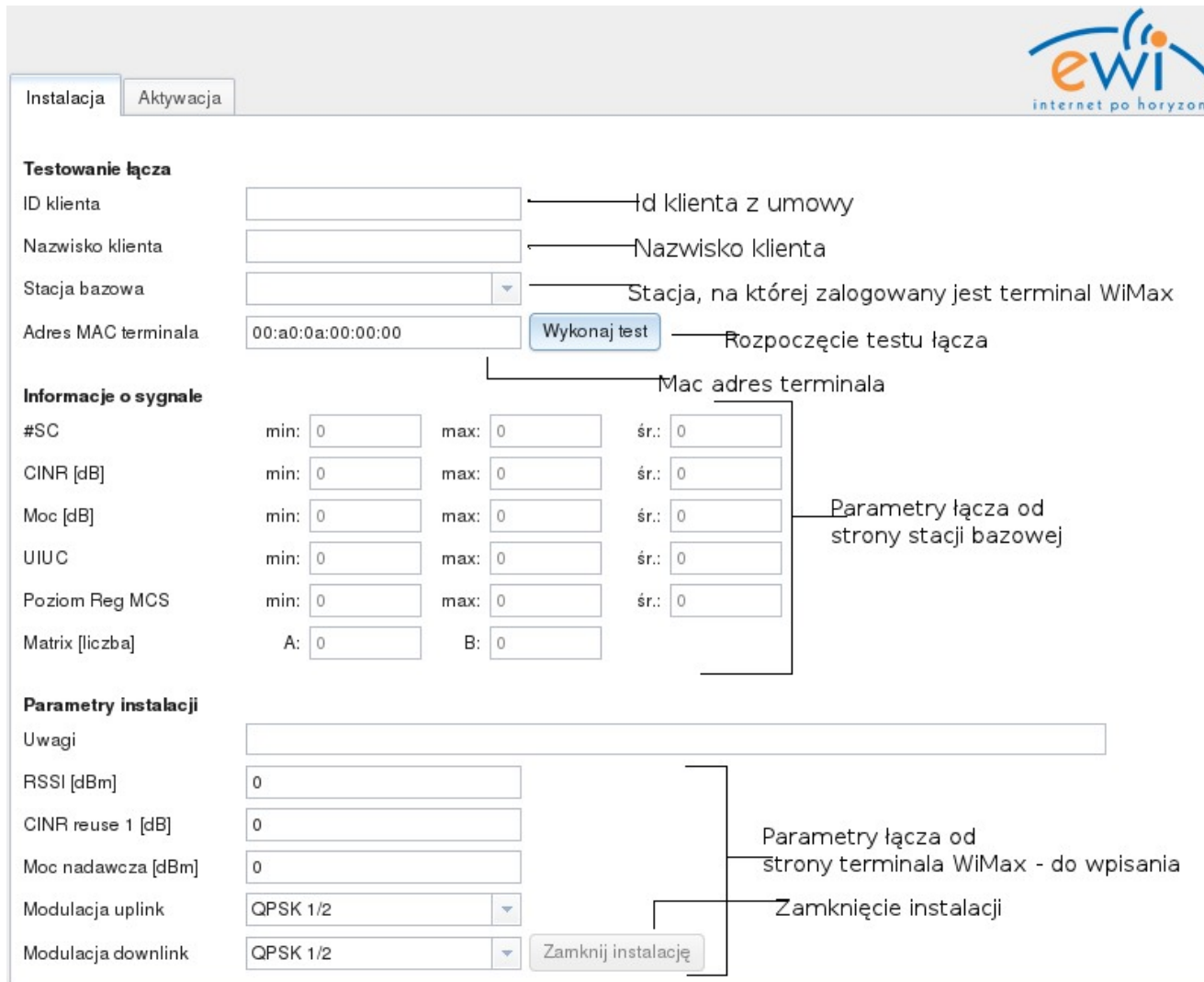


The screenshot shows the 'Zarządzenie urządzeniami' (Device Management) interface. It displays a table with columns for 'TERMINAL', 'IP', 'BLIKA', 'PROJEKTANT', 'KODLA_ZDROJOWANNA', 'MODEL_TERMINALU', 'WARTY W STANIE', and 'CZAS OSTATNIEJ WERYFIKACJI'. The table contains a large number of rows, each representing a terminal with its specific configuration details.

Wdrożenie - organizacja

- operujemy w promieniu 300km od Szczecina zamiast do 40km jak do tej pory
- wynajmujemy firmy podwykonawcze w pobliżu odległych stacji bazowych (zarówno do sprzedaży jak i instalacji usług)
- tworzymy system automatycznej aktywacji nowych klientów - bez udzielania dostępu podwykonawcom do naszego CRM
- Biuro Techniczne odbiera telefony od klientów i próbuje usunąć usterkę zdalnie, jeżeli się nie uda...
- ... kupujemy nowy samochód do Biura Technicznego ;-)

Wdrożenie - system automatycznej aktywacji "Wisienka"



Instalacja **Aktywacja**

Testowanie łącza

ID klienta — Id klienta z umowy

Nazwisko klienta — Nazwisko klienta

Stacja bazowa — Stacja, na której zalogowany jest terminal WiMax

Adres MAC terminala — Rozpoczęcie testu łącza

Informacje o sygnale

#SC min: max: śr.:

CINR [dB] min: max: śr.:

Moc [dB] min: max: śr.:

UIUC min: max: śr.:

Poziom Reg MCS min: max: śr.:

Matrix [liczba] A: B:

Parametry instalacji

Uwagi

RSSI [dBm]

CINR reuse 1 [dB]

Moc nadawcza [dBm]

Modulacja uplink

Modulacja downlink

Mac adres terminala

Parametry łącza od strony stacji bazowej

Parametry łącza od strony terminala WiMax - do wpisania

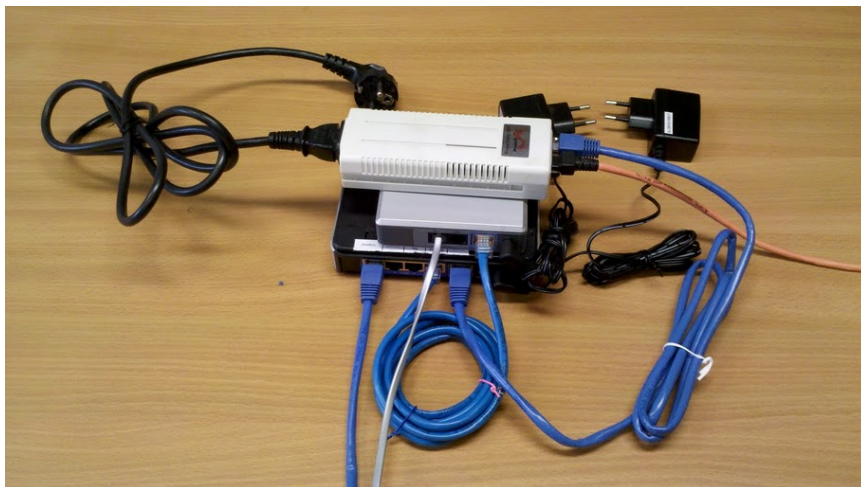
Zamknięcie instalacji

Wdrożenie - napotkane problemy techniczne

- **System się nie skaluje**
 - po podłączeniu pierwszych 25 klientów na sektor system przestał działać
 - restarty stacji bazowych
 - próby doprowadzenia systemu stanu używalności trwały miesiąc - min. raz na tydzień aktualizacja oprogramowania
 - zarząd Espolu podejmuje decyzję o zmianie dostawcy i zwrocie sprzętu, projekt wisi na włosku
 - **ciężka praca inżynierów po obu stronach zażegnała kryzys**
- **Terminale same przełączają się między sektorami**
 - ponieważ wdrażamy system bez ASN Gateway'a pojawił się problem związany z wędrowaniem terminali po stacjach
 - rozwiązujemy go uruchamiając automatyczną konfigurację terminali poprzez system provisioningu ACS

Wdrożenie - napotkane problemy techniczne

- **Za dużo urządzeń u klienta**
 - system albo trunkuje albo routuje - brak możliwości wykorzystania native VLAN konieczna jest separacja VLANów na CPE (Dlink DIR100)
 - po kilku miesiącach system pozwolił na uproszczenie połączeń, w przypadkach z VOIP wystarczyła już tylko i wyłącznie bramka Linksys SPA w trybie bridge'a, bez VoIP - sam terminal WiMax



I Etap: 3 lub 2 urządzenia



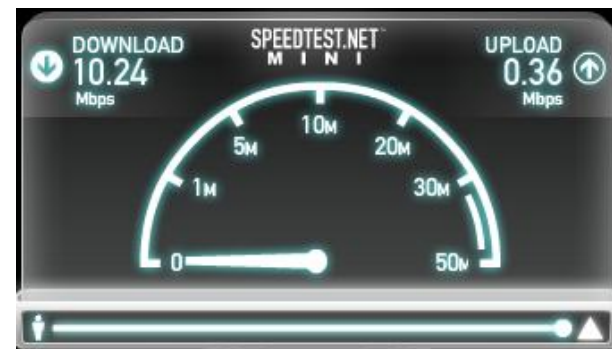
Etap II: 1 lub 2 urządzenia

Wdrożenie - terminal Wimax



- urządzenie z zasilaniem PoE
- Moc nadajnika 27 dBm
- Podwójna antena kierunkowa
- Wzmocnienie: 13 dBi 3.6-3.8 GHz
- MIMO Matrix A and B w downlinku
- dwa tryby pracy: NAT i Bridge
- TR-069 do zdalnego zarządzania
- WWW do zarządzania lokalnego

Wdrożenie - terminale domowe i USB



Wdrożenie - dobre praktyki

- backupowy serwer NetSpan (baza danych + interfejs zarządzania stacjami bazowymi)
- stacja testowa
- testowanie wszystkich nowych, nawet stabilnych wersji oprogramowania na stacji testowej z przynajmniej 100 terminalami testowymi
- stopniowa aktualizacja produkcyjnych stacji bazowych
- współpraca z producentem z wykorzystaniem bazy danych zgłoszeń serwisowych
- utrzymywanie dobrych relacji z inżynierami ;-)

Wdrożenie - napotkane problemy organizacyjne

- **Kontrola połączeń wymaga czasu**
 - uzależnienie wynagrodzenia dla instalatora od jakości połączenia - rozwiązanie skuteczne ale zabierające cenny czas pracowników w Szczecinie
- **Logistyka i konfiguracja sprzętu**
 - podwykonawcy dostają sprzęt gotowy do użycia, a w Szczecinie ktoś go musi skonfigurować
- **Niewspółmiernie wzrasta obciążenie infolonii**
 - mniej świadomi informatycznie klienci
 - za dużo urządzeń w domach klientów
 - początkowe problemy techniczne

Wdrożenie - stacje bazowe



Wdrożenie - stacje bazowe

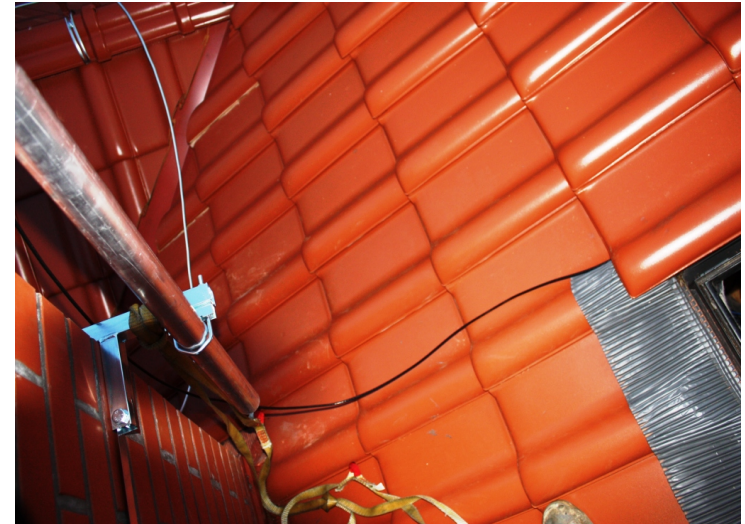
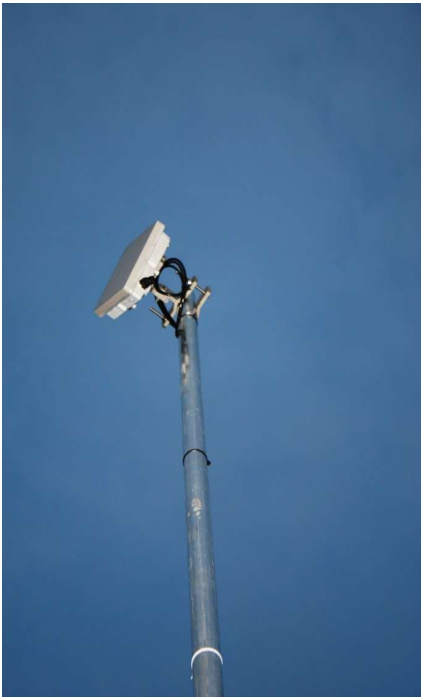


Wdrożenie - uzyskane odległości

- Batowo, odległość **~35km**, modulacja downlink **QAM64 5/6**, uplink **QAM64 3/4** (RSSI/CINRr1 65/30 w downlinku i CINR 24 w uplinku)
- Krzymów, odległość **~30km**, modulacja downlink **QAM64 5/6**, uplink **QAM64 2/3** (RSSI/CINRr1 70/25 w downlinku i CINR 19 w uplinku)



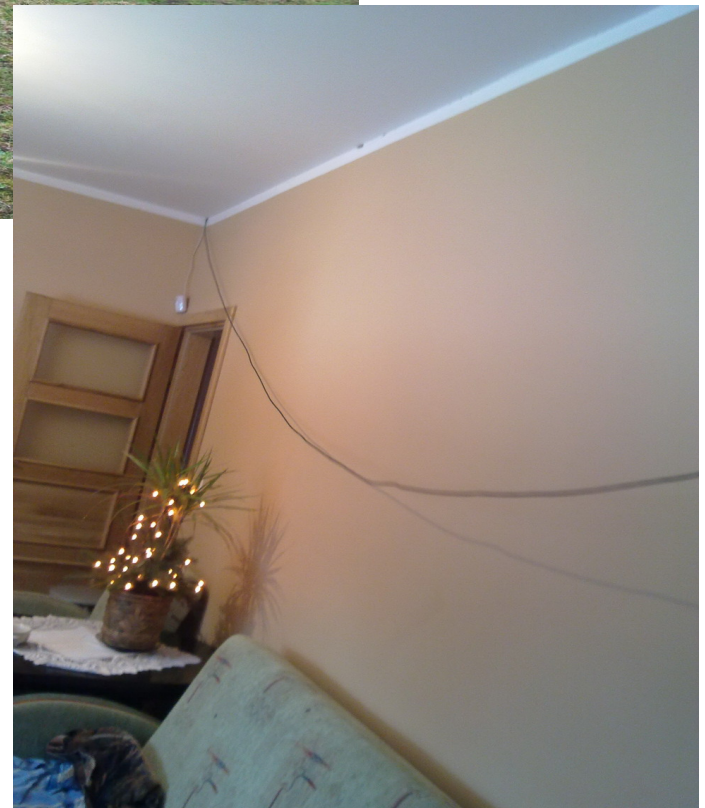
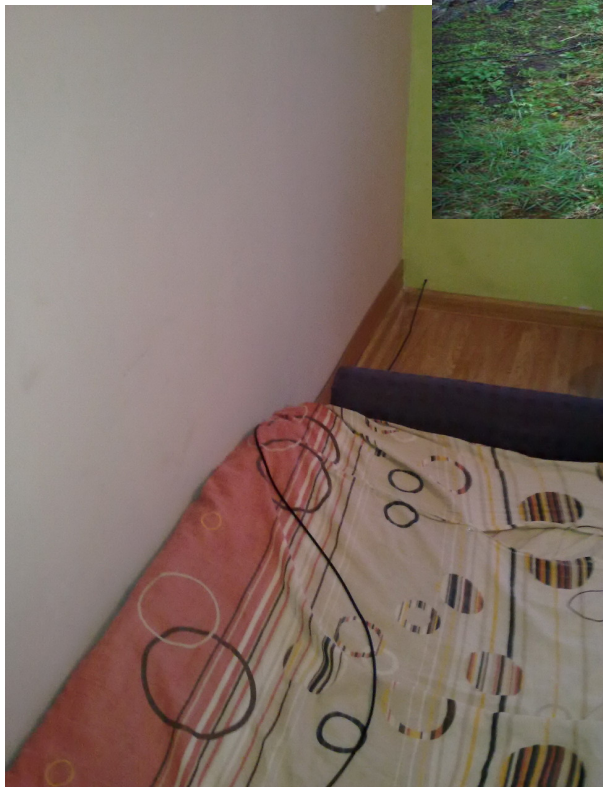
Wdrożenie - instalacje u klientów



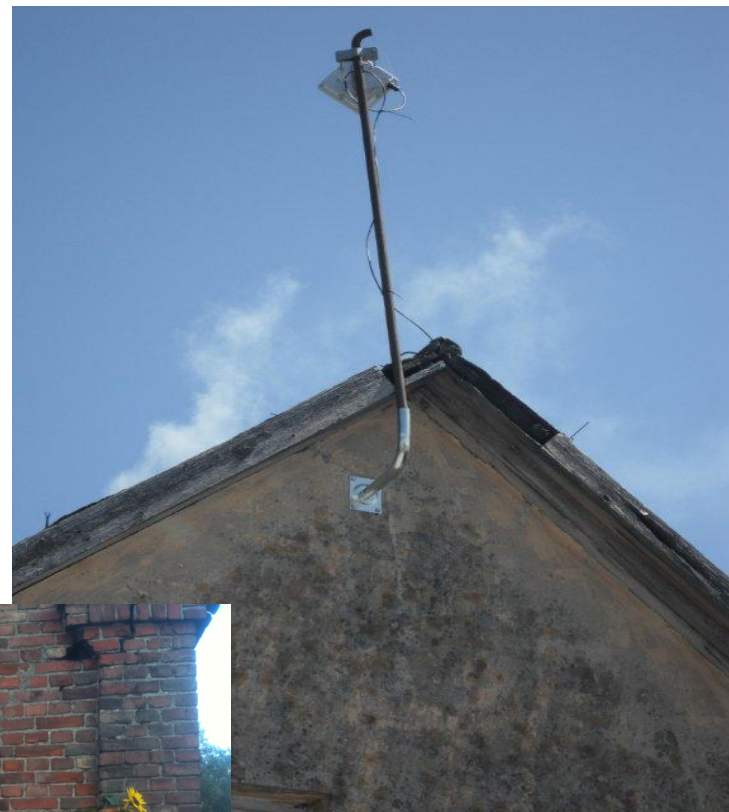
Kreatywne instalacje



Kreatywne instalacje



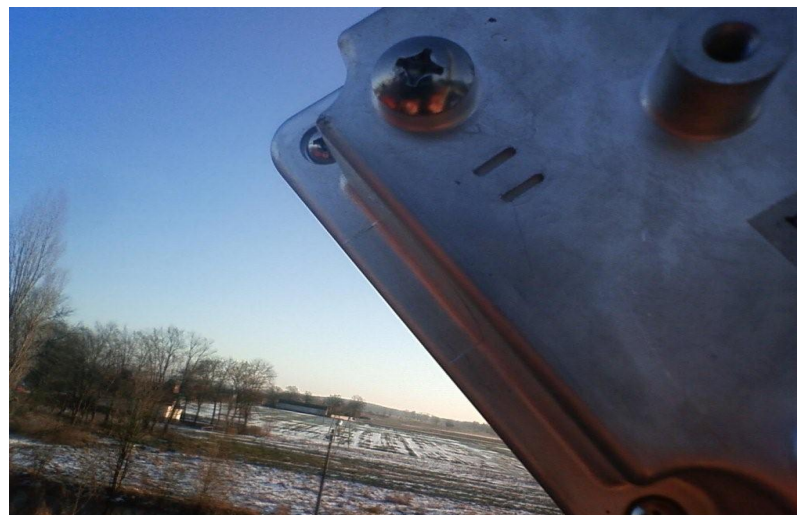
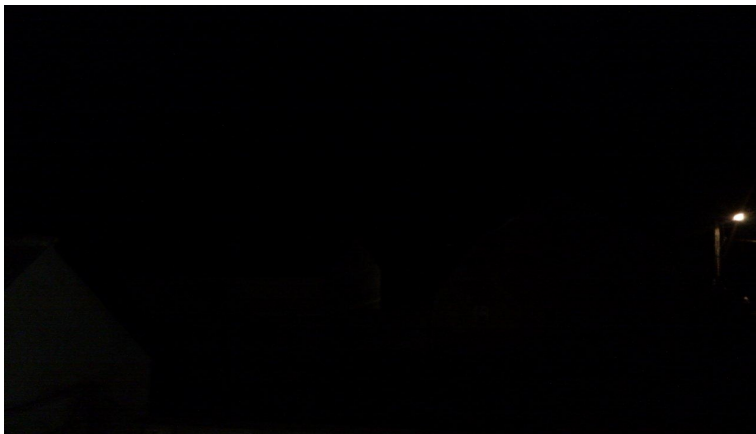
Kreatywne instalacje



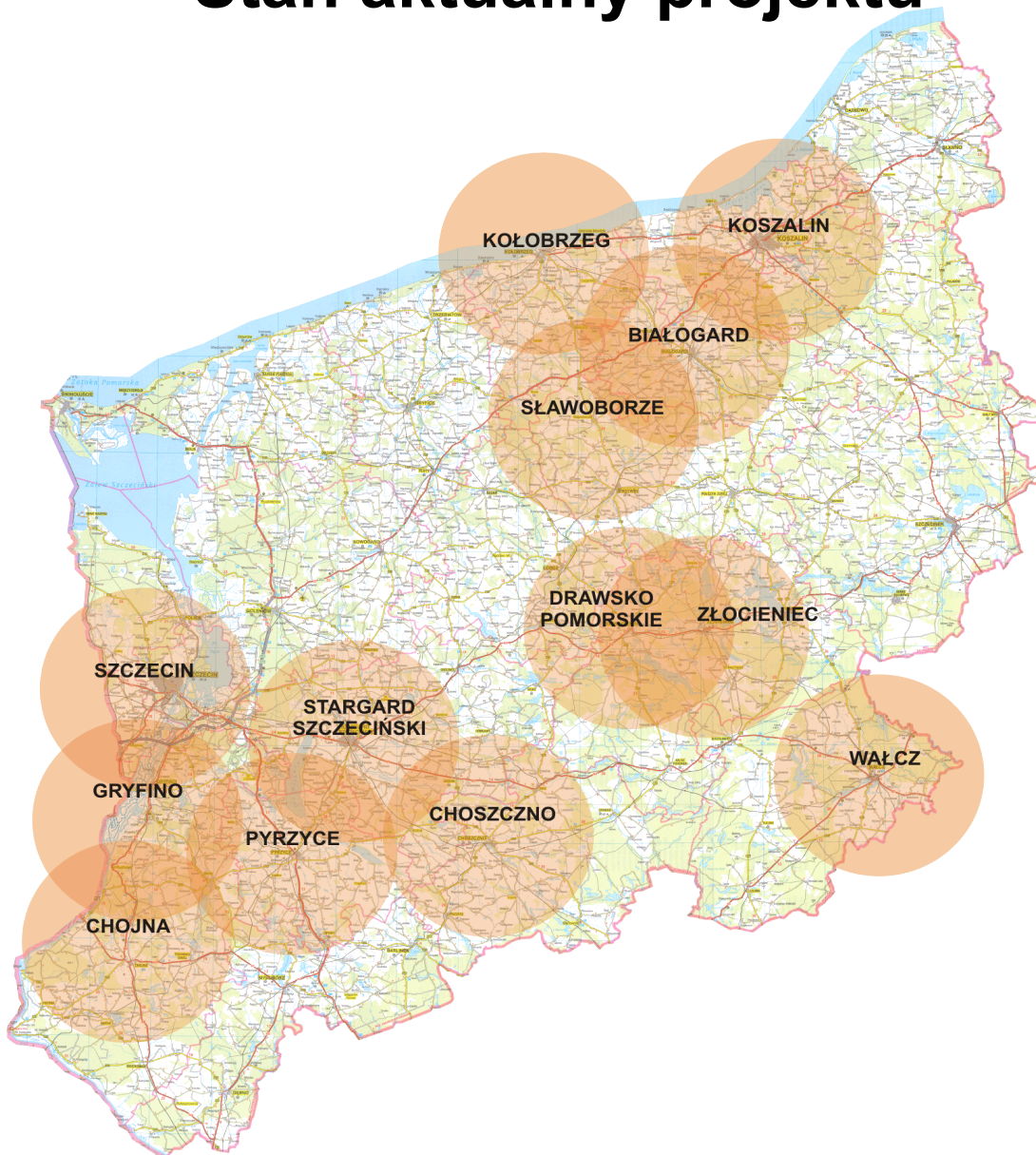
Kreatywne instalacje



Dokumentacja powykonawcza z przymrużeniem oka ;-)



Stan aktualny projektu



Stan aktualny projektu

- **10 stacji bazowych, 13 do końca roku**
- **ponad 1500 klientów, ponad 3000 usług**
- **~300 miejscowości z instalacjami**
- **rozkład sprzedawanych pakietów:**
 - internet + telefon (eWiPAK 1 Mb/s, 55,90zł): **83 %**
 - internet + telefon (eWiPAK 2 Mb/s, 69,90zł): **12 %**
 - internet (eWiNET 2 Mb/s, 55,90zł): **3 %**
 - internet (eWiNET 1 Mb/s, 45,90zł): **2 %**
- **ratio połączeń: 60/40 (większość podpisanych umów jest finalizowana skutecznym połączeniem)**

Plany na przyszłość

- kolejne stacje
- współpraca z podmiotami poza województwem
- wdrożenie mobilności (ASN-Gateway, Serwer AAA)
- wygrany kolejny projekt w POIG, działanie 8.4 (białe plamy), budżet: **~4 mln. zł**
- dwa kolejne projekty w POIG po pozytywnej weryfikacji formalnej i merytorycznej, budżet: **~8 mln. zł**
- konsekwentne konkurowanie na jednym rynku z Polsatem i sieciami GSM
- intensywna współpraca z samorządami, szczególnie w kontekście działania 8.4 (zapobieganie wykluczeniu cyfrowemu)
- terminale klienckie nowego typu - wewnętrzne domowe oraz USB
- + kilka asów w rękawie ;-)

...ale to już na kolejnych PLNOGach

Pytania?



Espol Sp. z o. o.
www.espol.com.pl

Jerzy Kosiedowski
jerzy.kosiedowski@espol.com.pl

Wojciech Kozicki
wojciech.kozicki@espol.com.pl

www.espol.com.pl

Espol Sp. z o.o., ul. Piłsudskiego 23, 70-463 Szczecin, tel. 091 333 33 33, biuro@espol.com.pl
Sąd rejestrowy: Sąd Rejonowy w Szczecinie, XVII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego
KRS: 0000197590, NIP: 851-10-38-723, REGON: 810833173, Wysokość kapitału zakładowego: 700000 zł