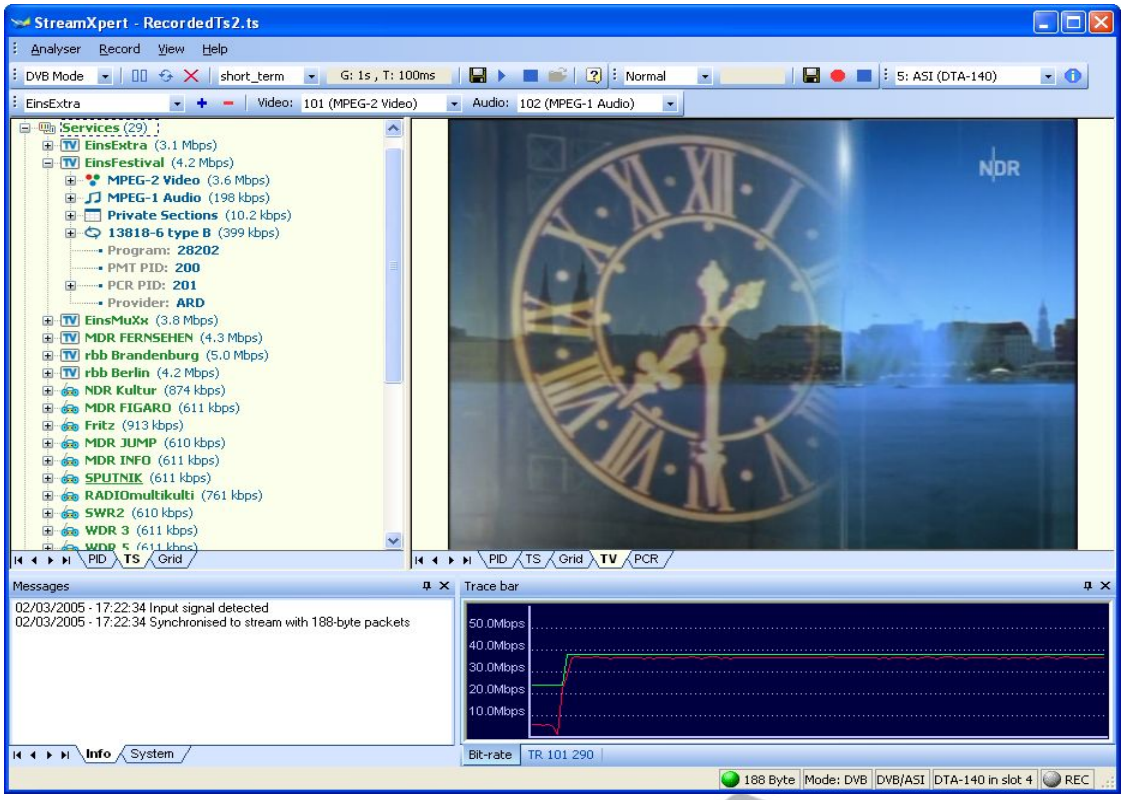
Co Właściwie Dzieje Się w Środku Mojego Strumienia Transportowego MPEG-2 ???

(Zapytaj StreamXpress firmy DekTec...)



UWAGA, AWARIA!!!

Nadawanie telewizji cyfrowej to złożone zagadnienie, z uwagi na to, że każdy emitowany program telewizyjny składać się może nawet z kilku niezależnych serwisów (Video, ścieżki Audio, Audio AC3, EPG, Subtitling, TELETEXT...), które to dopiero w set-top-boxie odbiorczym składane są w jeden program. Dodatkowo w każdym **Strumieniu Transportowym** emitowane są zwykle także niezależne serwisy radiowe, serwisy użytkowników (privet content), przesyły danych, jak również odpowiednia ilość **Tablic** definiujących przesyłane sygnały **MPEG-2** oraz strukturę **Strumieni Transportowych.**

Tak duża ilość przesyłanych danych, częstokroć powiązanych wzajemnymi zależnościami czasowymi oraz wielokrotne przetwarzanie sygnałów w torach studyjnych wymaga od operatora dużej precyzji i doświadczenia dla poprawnego nadawania swojej oferty. Trzeba też pamiętać, że wszelkie błędy w nadawanych strumieniach odbijają się natychmiast na jakości odbioru przez abonenta. Doświadczenie pokazuje, że w kilku-kanałowym multipleksie (odpowiedniku kilkudziesięciu kanałów analogowych), ilość dziennych zdarzeń sięgać może nawet kilku przypadków. Oczywiście mówimy tu zarówno o nieprawidłowościach spowodowanych pracą systemu multipleksu, ale również o nieprawidłowych sygnałach pochodzących od pierwotnych dystrybutorów, jak również spowodowanych przez odbiorniki abonenckie.

Podstawowym zadaniem operatora systemów multipleksowych nadających telewizję cyfrową w formacie **DVB** jest więc posiadanie ***aktualnej wiedzy*** na temat stanu swojego systemu. Szczególnego znaczenia wiedza ta nabiera w ***sytuacjach awaryjnych***, gdy należy szybko i skutecznie odkryć przyczynę awarii, aby umożliwić swoim abonentom jak najszybszy powrót do oglądania programów, słuchania radia, bądź korzystania z innych usług. Aby skutecznie działać, należy więc wiedzieć zarówno '***co sprawdzić***' jak i '***jak to zrobić***'.

Artykuł ten wskazuje na najistotniejsze zagadnienia pomiarowe (*czyli* '**co**')oraz pokazuje ich praktyczną realizację (*czyli* '***jak***') na przykładzie **Analizatora Strumienia Transportowego StreamXpert** firmy **DekTec,** będącego jednym z najefektywniejszych oraz najpopularniejszych na świecie narzędzi *on-line* do analizy **Strumienia Transportowego ASI**.

CO MIERZYĆ I SPRAWDZAĆ?

Podstawowy zestaw zagadnień i parametrów pomocnych przy kontroli nadawanego **Strumienia Transportowego** jest następujący:

- ✗ Analiza zawartości **Strumienia Transportowego** według **PID**-ów nadawanych serwisów
- ✗ Analiza zawartości **Strumienia Transportowego** według typów kontentu
- ✗ Analiza Siatki **PID**-ów
- ✗ Analiza sygnału **PCR**
- ✗ Analiza **Bit-Rate**
- ✗ Analiza Rejestru Błędów wg Procedury **ETR 290**
- ✗ Podgląd obrazu i dźwięku

ANALIZA ZAWARTOŚCI STRUMIENIA TRANSPORTOWEGO WG PID-ÓW

Podstawowym zagadnieniem w przypadku nadawania multiplexu jest znajomość struktury i zawartości **Strumienia Transportowego** oraz parametrów poszczególnych składników strumienia.

Na **Rys. 1.** pokazana została przykładowa analiza struktury i zawartości (kontentu) **Strumienia Transportowego** wg **PID**-ów poszczególnych serwisów.

Zawartość wyświetlana jest w kolejności rosnących **PID**-ów, co umożliwia szybką weryfikację oraz identyfikację struktury nadawanego **Strumienia Transportowego**, a zarazem sprawdzenie jego parametrów. W zależności od potrzeb, wartości **PID**-ów wyświetlane są w systemie dziesiętnym lub heksadecymalnym.

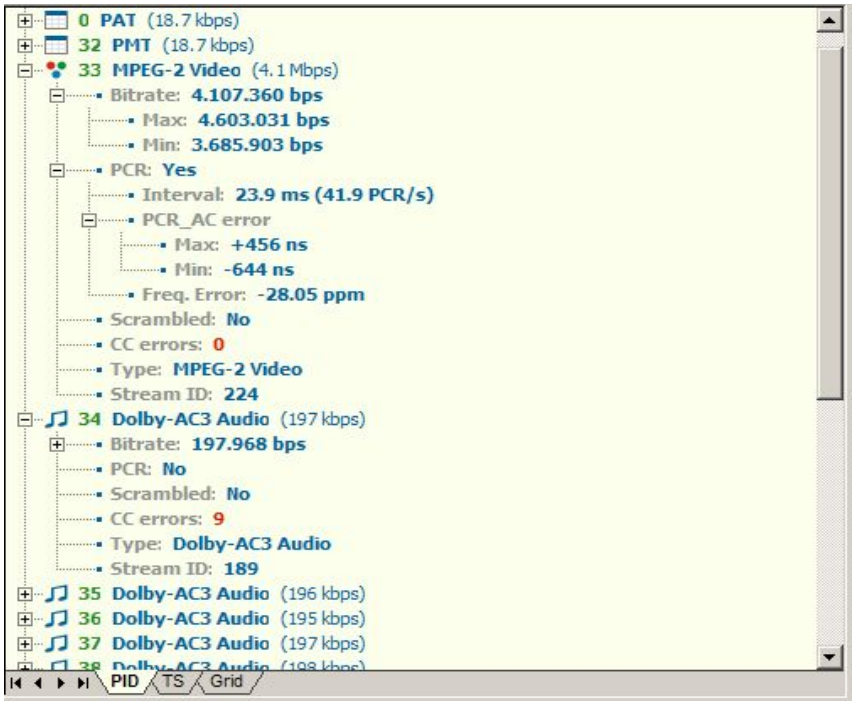
Dla uzyskania przejrzystości wydruku poszczególne typy informacji wyświetlane są różnymi kolorami, co w znakomity sposób ułatwia szybkie odszukanie potrzebnej informacji oraz wskazuje na informacje newralgiczne (np. Ilość błędów na czerwono).

Dodatkową pomocą w szybkim odróżnianiu serwisów są ikonki symbolizujące poszczególne typy nadawanej zawartości, dla przykładu:

- Sygnał Video (**MPEG-2**),
- Ścieżka dźwiękowa,
- Program radiowy,
- Null Pakiet.

Analiza obejmuje również swoim zasięgiem istotne parametry nadawanych serwisów, jak m.in. : bieżący **Bit-Rate**, minimalny i maksymalny **Bit-Rate**, parametry sygnału **PCR** czy ilość błędów. Parametry te są pomocne w szybkim określaniu nieprawidłowości transmisji – np. niestabilności sygnału **PCR czy** problemów z **Bit-Rate** dla sprawdzanego serwisu.

Jak widać, kompleksowość oraz przejrzystość wyświetlanej informacji, są najważniejszymi właściwościami, którymi cechuje się dobry Analizator zawartości **Strumienia Transportowego**.



Rys. 1 Podgląd zawartości **Strumienia Transportowego** według **PID**-ów

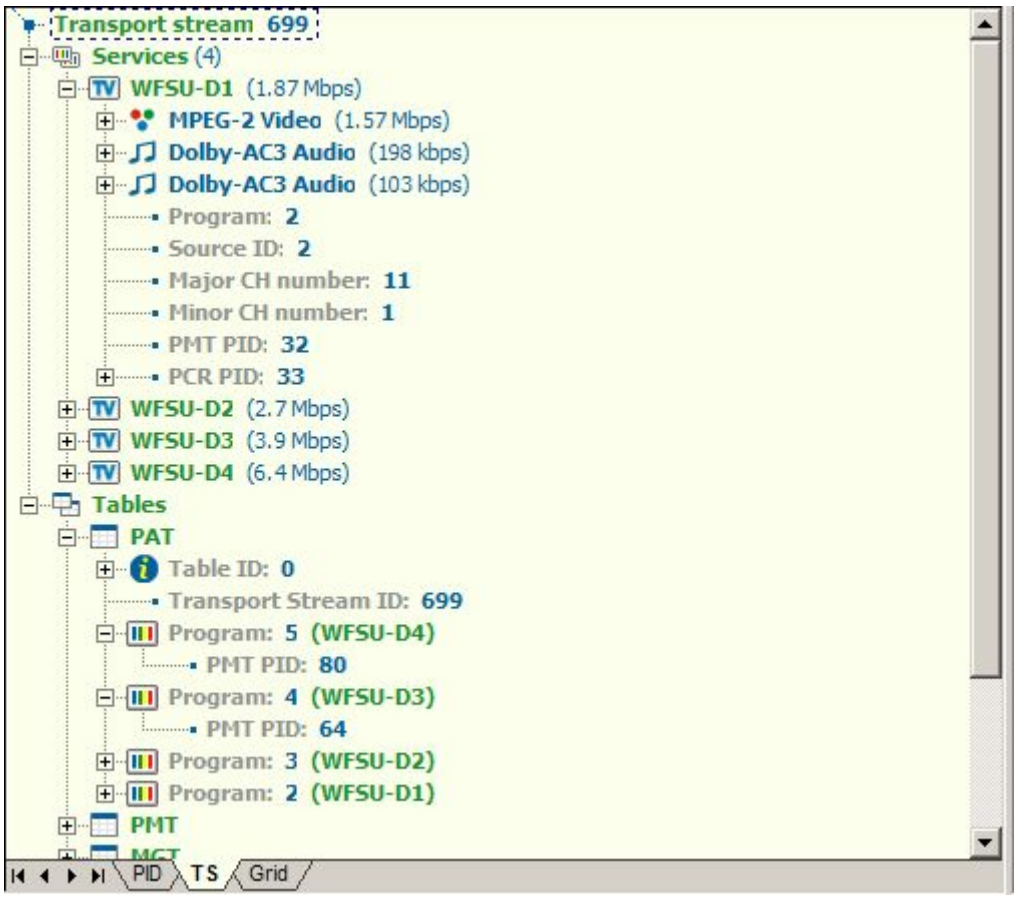
Analiza zawartości Strumienia Transportowego wg Typu Kontentu

Na **Rys. 2.** pokazany został inny przykład analizy zawartości (kontentu) **Strumienia Transportowego**, tym razem wg przesyłanych typów serwisów oraz **Tablic**. Podgląd ten umożliwia szybkie sprawdzenie prawidłowości struktury przesyłanego **Strumienia Transportowego.**

Zawartość wyświetlana jest wg posegregowanych typów kontentu: jak programów TV, danych, czy **Tablic**.

Poszczególne typy informacji wyświetlane są różnymi kolorami, stanowiąc o przejrzystości wydruku, co w znakomity sposób ułatwia szybkie odszukanie potrzebnej informacji oraz wskazuje na informacje newralgiczne.

Dodatkową pomocą w szybkim odróżnianiu serwisów są ikonki symbolizujące poszczególne typy nadawnej zawartości, dla przykładu: TV oznacza programy telewizyjne, oznacza **Tablice**.

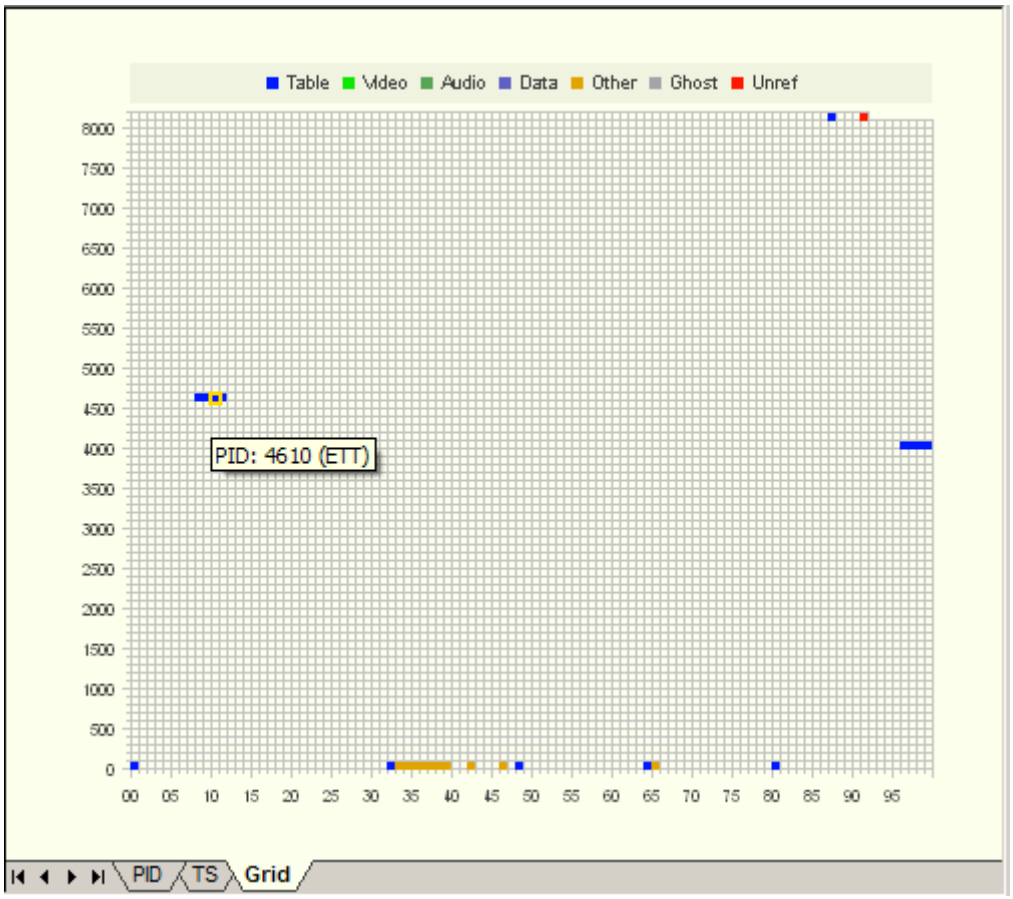


Rys. 2** Podgląd zawartości **Strumienia Transportowego** według **Tablic

Analiza Siatki PID-ów

Ten ciekawy sposób podglądu umożliwia szybką orientację w rozłożeniu serwisów (**PID** mapping) w analizowanym **Strumieniu Transportowym**.

Na **Rys. 2.** pokazana została przykładowa analiza Siatki **PID**-ów dla serwisów zawartych w **Strumienia Transportowego ASI**.

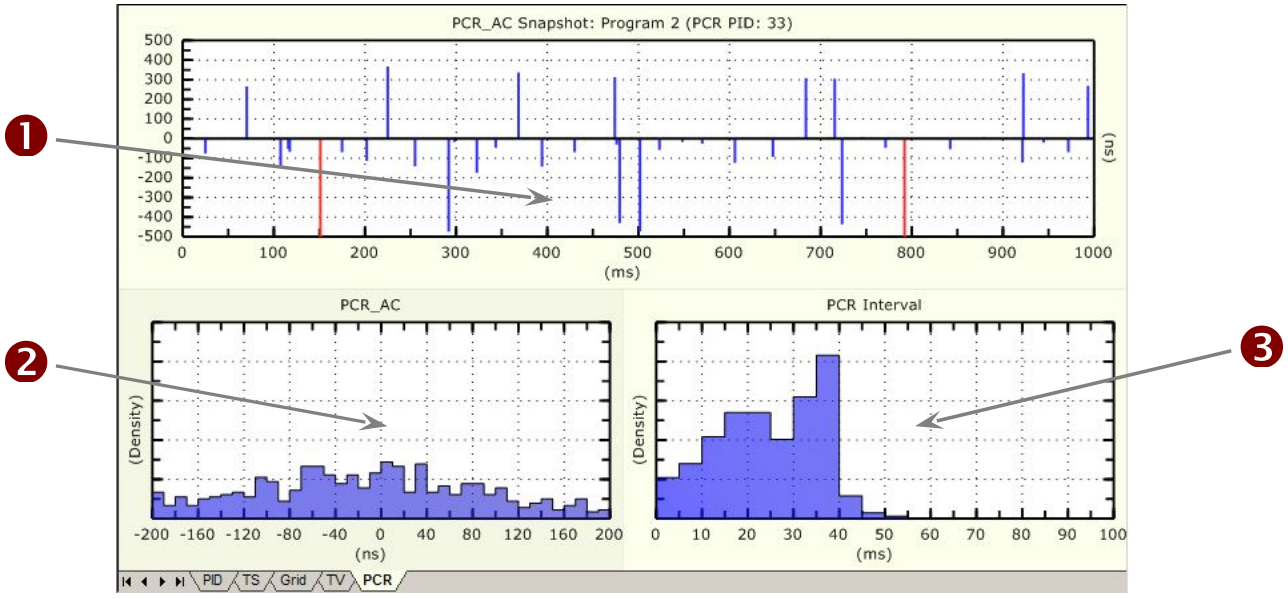


Rys. 3. *Obraz Siatki* ***PID****-ów*

Analiza Sygnału PCR

Niezwykle istotnym parametrem nadawanych serwisów jest dokładność i stałość sygnałów **PCR** (**P**rogram **Cl**ock **R**eference), wpływających bezpośrednio na jakość transmitowanych serwisów, a mogących w niekorzystnych przypadkach prowadzić do utraty możliwości odbioru.

Sygnały PCR nadawane powinny być ze ściśle określonym interwałem czasowym (odstępem pomiędzy kolejnymi impulsami) dla danego typu serwisu oraz nierównomiernością czasu trwania interwału mniejszą niż ±500ns. Niestety, z uwagi na możliwość wielokrotnego przetwarzania **Strumienia Transportowego** w kolejnych punktach toru dystrybucyjnego (multiplexing, remultiplexing, etc) lub uszkodzeń urządzeń nastąpić może znaczące, stałe lub czasowe, pogorszenie stabilności sygnału **PCR**.
Na **Rys. 4.** pokazane są różne analizy statystyczne sygnałów **PCR**.



Rys. 4. Statystyki Sygnału **PCR**

❶ **Histogram dokładności czasu trwania interwałów sygnału PCR.**

Jest to cykliczna wizualizacja **on-line** dokładności emisji sygnałów **PCR**. Wysokości słupków oznaczają wielkość odchyłki czasu trwania interwałów od wartości nominalnej dla kolejnych impulsów. Kolorem niebieskim oznaczane są odchyłki nie przekraczające wartości granicznej (±500ns), zaś kolorem czerwonym przekraczające limit. Kierunek słupków pokazuje odpowiednio opóźnienie (słupek skierowany ku górze) oraz przyspieszenie (słupek skierowany w dół). Czym mniejsze słupki tym oczywiście bardziej stabilny jest sygnał **PCR**.

Jak widać przy pomocy tego typu wykresu operator systemu ma natychmiastową możliwość oceny prawidłowości sygnału **PCR** dla danego serwisu.

Należy pamiętać, że sygnał **PCR** może przychodzić zakłócony od nadawcy lub być zniekształcony w torze przetwarzania i obróbki sygnałów w stacji czołowej. Włączając się różnych punktach toru dystrybucji sygnału w studio można szybko określić miejsce powstawania niedokładności.

❷ Histogram częstości występowania poszczególnych wartości odchyłek

Jest to wizualizacja częstości występowania poszczególnych wartości odchyłek od wartości nominalnej czasu trwania Interwału sygnału **PCR**, mierzonych w określonym przez operatora odcinku czasowym.

Histogram ten jest przydatny do dodatkowej weryfikacji stabilności sygnału PCR w dłuższym okresie czasu. Czym słupki wykresu leżą bliżej osi X oraz skupiają się bardziej wokół odchyłki zerowej, tym lepsza jakość sygnału **PCR**.

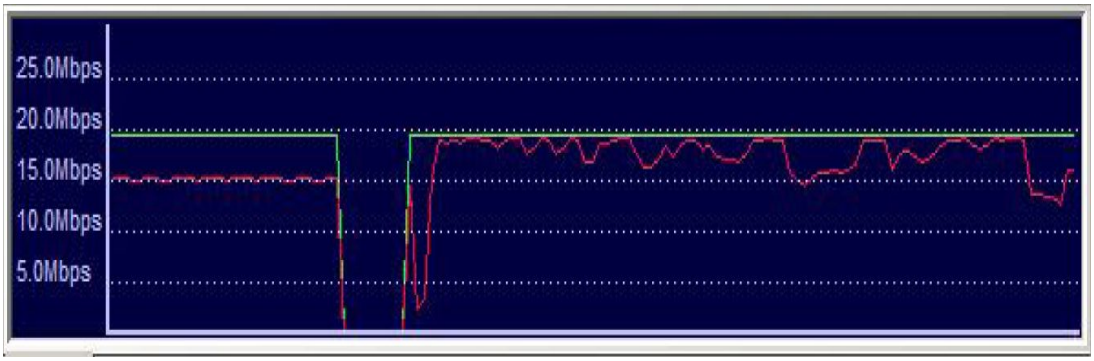
❸ Histogram częstości występowania poszczególnych wartości Interwałów

Jest to wizualizacja częstości występowania poszczególnych wartości Interwałów czasowych dla danego serwisu, przydatna do weryfikacji prawidłowości emisji sygnału **PCR** w dłuższym okresie czasu. Zgodnie ze specyfikacją nadawania sygnałów Video **DVB** czasy trwania Interwałów powinny być mniejszy od 40ms. Tak więc histogram powinien mieć słupki skupione po lewej stronie od wartości 40ms.

Analiza Bit-Rate

Bardzo ważną informacją o stanie nadawanego **Strumienia Transportowego** jest bieżąca wartość **Bit-Rate**, czyli prędkości nadawania danego serwisu. Z natury rzeczy dla systemów **DTV** chwilowa wartość **Bit-Rate** dla nadawanego serwisu jest zmienna (patrz **Rys. 5**). Istotne jest, więc to, czy wartość ta nie przewyższa maksymalnej wartości dla danego **Strumienia Transportowego**. Sytuacja chwilowego przekroczenia wartości maksymalnej występuje często w przypadku wadliwie zaprojektowanego systemu multipleksu – zbyt mały zapas pasma przy braku specjalistycznych remultiplekserów lub optymalizatorów pasma.

Na **Rys. 5** pokazany jest zobrazowanie bieżącego **Bit-Rate** dla mierzonego serwisu (linia czerwona) w odniesieniu do wartości maksymalnej **Bit-Rate** dla **Strumienia Transportowego** (linia zielona).

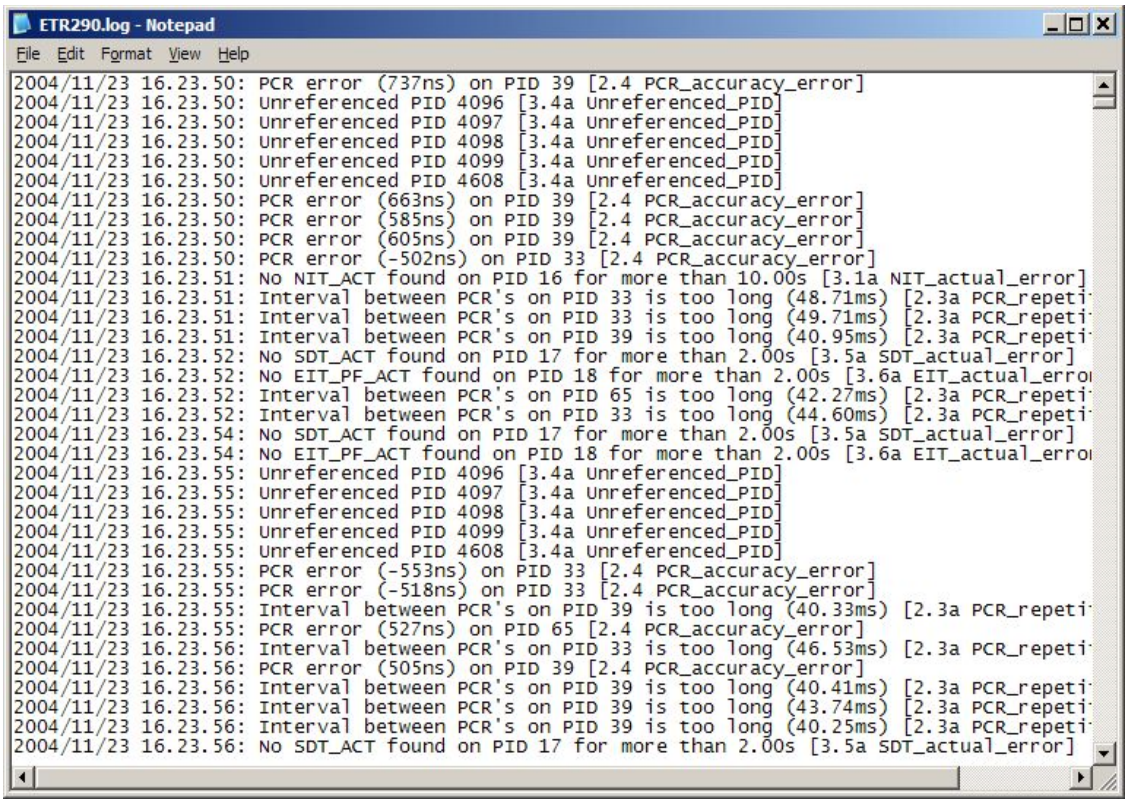


Rys. 5. *Wykres Bit-Rate Strumienia Transportowego*

Rejestracja Błędów wg Specyfikacji ETR-290

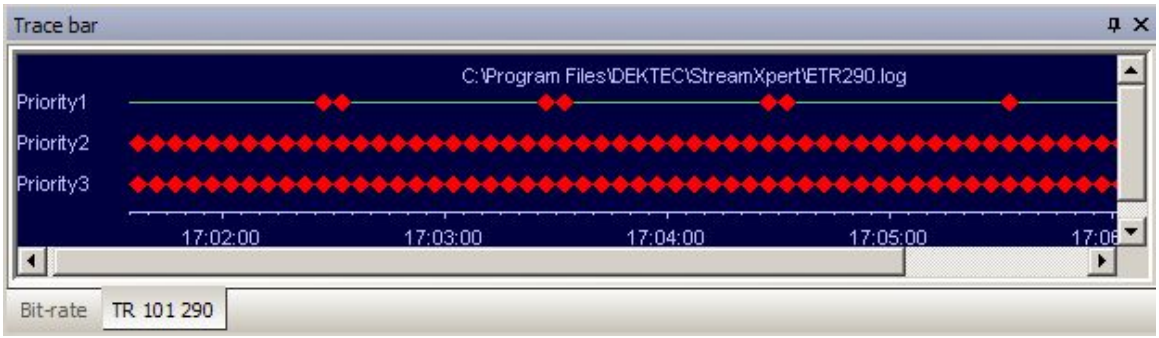
W każdym **Strumieniu Transportowym** mogą pojawić się różnorodne błędy transmisji. Odpowiednia specyfikacja **ETR-290** systematyzuje możliwe typy błędów, dając możliwość automatycznej detekcji takich błędów.

Jedną z najprzydatniejszych funkcji Analizatora **Strumienia Transportowego** jest *automatyczna* rejestracja błędów **ETR-290** pojawiających się w **Strumieniu Transportowym**. Błędy te identyfikowane są wg specyfikacji **ETR-290** i następnie *automatycznie* zapisywane w dzienniku zdarzeń (Log). Przykład takiego dziennika pokazany jest na **Rys. 6.**



Rys. 6. *Dziennik błędów w* ***Strumieniu Transportowym***

Dodatkowo dobrze jest posiadać graficzną prezentację czasu pojawiania się zdetekowanych błędów (wg procedur ETR-290), umożliwiającą szybką ocenę długoterminowej jakości nadawanego **Strumienia Transportowego.** Przykład takiej prezentacji pokazany jest na **Rys. 7.**

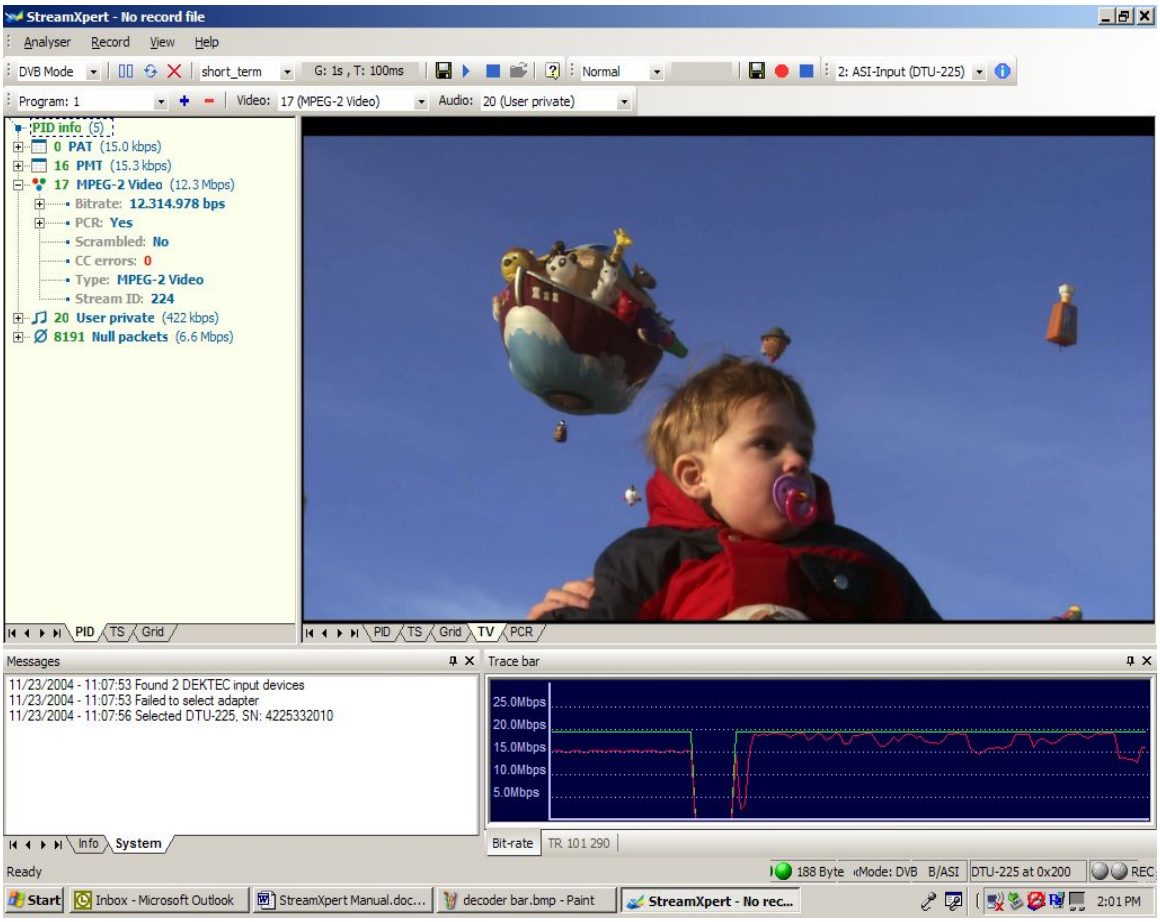


Rys. 7. *Prezentacja graficzna czasu detekcji błędów* ***Strumienia Transportowego***

Podgląd Programów TV w Czasie Rzeczywistym

Dodatkową przydatną funkcją Analizatora **Strumienia Transportowego** jest możliwość odtwarzania niekodawanych przekazów Audio/Video. W zależności od miejsca włączenia analizatora otrzymuje się podgląd na całą zawartość **Strumienia Transportowego** (np. wyjścia multipleksera, przed układami warunkowego dostępu) lub wyłącznie programów niekodowanych (wyjście stacji / końcówka abonencka).

Oglądanie obrazu jest ostateczną subiektywną weryfikacją jakości nadawanego **Strumienia Transportowego**.



Rys. 8 *Przykład odtwarzania Video przez program StreamXpert*

elmier's White Papers
Opracowano na podstawie materiałów firmy DekTec
Opracowanie: elmier phu Lilianna Ziętek