

# QUALITY MEASUREMENT OF ANALOG AND DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION BROADCASTING

Ondřej Zach

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xzacho04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Slanina

E-mail: slaninam@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This paper deals with the picture quality of analog and digital television broadcasting. For video quality evaluation are used objective methods, like the PSNR or modern methods NTIA VQM and CPqD IES. A method of comparison of both broadcasting types is described. In this method we will attenuate the signal, record our test sequence which is identical for analog and digital broadcasting and next the quality factors according to used metrics will be computed.

**Keywords:** quality evaluation, PSNR, NTIA VQM, CPqD IES, analog television, digital television

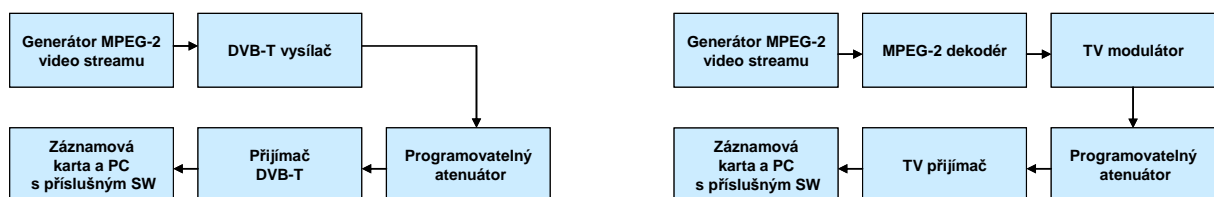
## 1. ÚVOD

Tématem příspěvku je srovnání obrazové kvality analogového a digitálního televizního vysílání. Pro měření kvality videa jsou využity metody PSNR, NTIA VQM a CPqD IES. Metodu PSNR řadíme mezi nejjednodušší metriky a v současné době se jedná sice o již překonanou, byť stále pro svou výpočetní nenáročnost používanou často metodu. Naproti tomu metriky NTIA VQM a CPqD IES řadíme mezi metody perceptuální, tedy metody založené na vlastnostech lidského zraku. V příspěvku budeme zjišťovat závislost kvality obrazu na měnících se podmínkách příjmu, v našem případě na úrovni přijímaného signálu. Pro naše potřeby byla použita testovací sekvence, která je totožná pro oba ty příjmu televizního vysílání.

## 2. ZÁZNAM A ZPRACOVÁNÍ TESTOVACÍ SEKVENCE

### 2.1. TVORBA A ZÁZNAM TESTOVACÍ SEKVENCE

Zdrojem testovací sekvence ( sekvence Factory 15M) je digitální video rekordér a generátor R&S DVRG. Doba trvání sekvence je 3,8 vteřiny a zobrazuje strojové osazování desky plošného spoje. Scéna je beze stříhu, obsahuje rychlé pohybové změny. Pro digitální příjem je signál z generátoru veden do vysílače DVB-T R&S SFL-T. Signál z vysílače je veden na vstup programovatelného atenuátoru, výstup z atenuátoru je poté veden na anténní vstup digitálního TV přijímače. Z TV přijímače vedeme obrazový signál z jeho kompozitního výstupu na vstup počítačové záznamové karty. Pro záznam sekvencí je použit software VirtualDub. Zapojení pro záznam analogového vysílání je obdobné. Zdrojem obrazového signálu je též generátor DVRG. Signál z generátoru je veden na vstup MPEG-2 dekodéru R&S DVMD. Ten je svým kompozitním výstupem spojen s TV modulátorem. Signál z modulátoru vedeme na vstup programovatelného atenuátoru. Dále je zapojení totožné se zapojením pro digitální vysílání. Přehledně obě zapojení zobrazuje obrázek 1.



Obrázek 1: a) Zapojení pro digitální vysílání

b) Zapojení pro analogové vysílání

## 2.2. METRIKY PRO HODNOCENÍ KVALITY

Základní metodou pro hodnocení kvality obrazu je metoda Peak Signal to Noise Ratio, zkráceně PSNR. Index PSNR udává odstup vrcholového signálu do šumu v decibelech. Hodnota PSNR se počítá podle následující rovnice (1), [2]:

$$PSNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{m^2}{MSE} \right), \text{ [dB]}, \quad (1)$$

kde hodnota  $m$  udává maximální hodnotu pixelu (typicky 255) a index MSE je střední kvadratická odchylka, která je dána vztahem (2), [2]:

$$MSE = \frac{1}{TXY} \sum_t \sum_x \sum_y [I(t, x, y) - \tilde{I}(t, x, y)]^2, \quad (2)$$

kde  $I, \tilde{I}$  jsou černobílé obrazy o rozměrech  $X$  a  $Y$  a  $T$  snímcích. Obvykle se PSNR tedy počítá pro černobílé obrazy či v našem případě pouze pro jasovou složku obrazového signálu. Výpočet lze si ce analogicky použít i pro signály chrominanční, výpočet výsledného PSNR celého obrazu však není standardizován. Typická hodnota PSNR pro kvalitní obraz se pohybuje v rozmezí 50-30 dB, přičemž vyšší hodnota vypovídá o kvalitnějším obraze.

Další metrikou, kterou uijeme, je metoda NTIA VQM (Video Quality Metric). Základem pro tuto metodu je dobrá časová a prostorová synchronizace, proto jsou její součástí algoritmy pro kompenzaci časového a prostorového offsetu. Metoda VQM rozdělí obraz na tzv. valid regions, ve kterých se poté počítají jednotlivé indexy kvality. Ty jsou počítány na základě informací o tvaru obrazu a dalších informací, které jsou z obrazu extrahovány. Algoritmy pro zjištění těchto informací a pro výpočet koeficientu VQR jsou však značně náročné a jsou uvedeny v doporučení mezinárodní telekomunikační unie ITU-R BT.1683, [1]. Koeficient VQM dosahuje hodnot od 0 po 1, přičemž 0 značí kvalitní obraz.

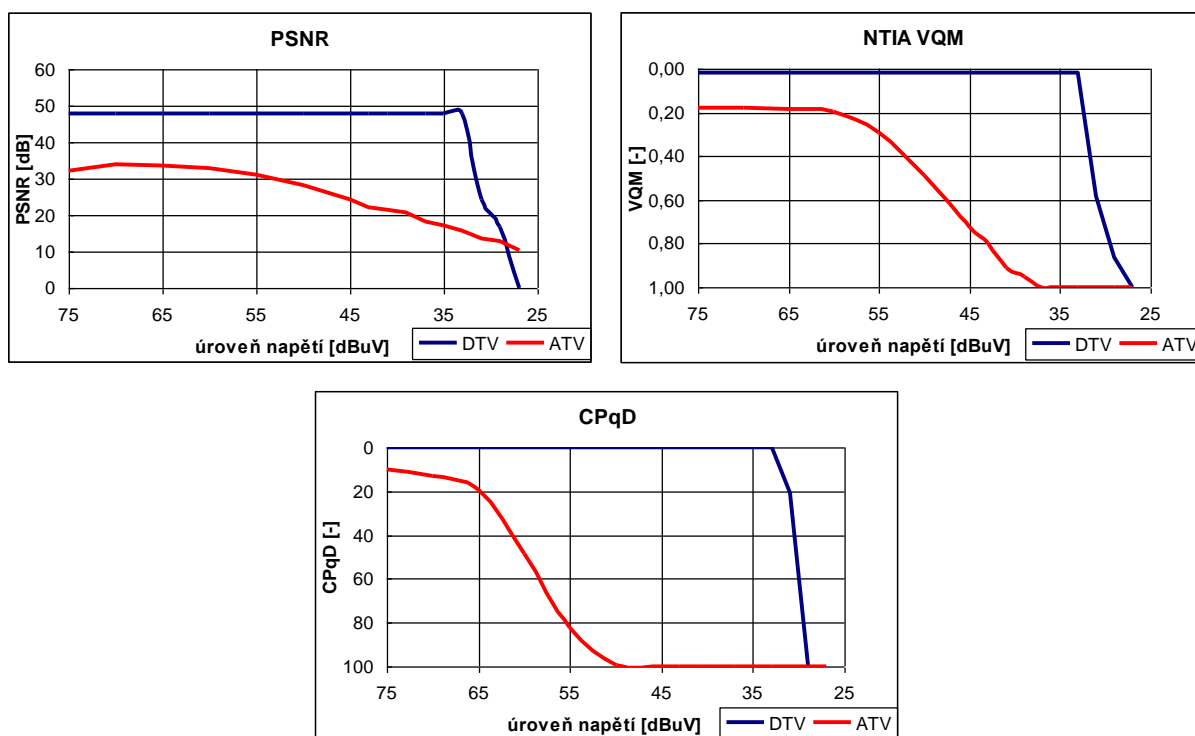
Poslední použitou metodou je CPqD IES (Image Evaluation based on Segmentation). Tato metrika je založena na segmentaci obrazu. Obraz je rozdělen do oblastí ploch, okrajů a textur. Dále jsou tyto oblasti podrobeny algoritmům pro výpočet koeficientu kvality, detailní postup lze nalézt též v doporučení ITU-R BT.1683, [1]. Rozmezí koeficientu CPqD je od 0 po 100, kde 0 značí kvalitní obraz.

## 2.3. VÝPOČET

Pro výpočet metrik PSNR a VQM byla použita oficiální aplikace *bvqm* pro Matlab, [4]. Tato aplikace přidává kompenzaci časového a prostorového offsetu i pro PSNR, lze tedy očekávat věrohodnější výsledky. Pro výpočet CPqD IES byla použita oficiální aplikace *iescpqd24.exe*, [3]. Hodnoty koeficientů kvality pro jednotlivé metriky na základě úrovně napětí signálu na výstupu z atenuátoru pro oba typy příjmu zobrazuje následující tabulka. Uvedeny jsou jen některé hodnoty. Všechny hodnoty zobrazují přehledně grafy, viz obr 2.

Úroveň signálu [dB $\mu$ V]	Analogový příjem			Digitální příjem		
	PSNR [dB]	VQM [-]	CPqD [-]	PSNR [dB]	VQM [-]	CPqD [-]
60	34,0	0,18	10,78	48,0	0,02	0,12
50	31,0	0,29	13,30	48,0	0,02	0,12
40	24,2	0,70	19,69	48,0	0,02	0,12
30	17,0	0,91	48,34	22,8	0,59	20,49
29	13,6	1,00	82,05	16,7	1,00	100,00

**Tabulka 1:** Hodnoty koeficientů kvality pro analogový a digitální příjem pro vybrané hodnoty útlumu.



**Obrázek 2:** Grafy závislosti koeficientů kvality na velikosti výstupního napětí z atenuátoru pro jednotlivé metricky.

Z grafů vidíme, že jsme potvrdili známý předpoklad, že u systému digitálního vysílání dosáhneme lepší kvality i při nižších úrovních signálu než u vysílání analogového. Zejména pak u metricky PSNR můžeme na grafu pozorovat i známý „cliff efekt“, tedy že kvalita obrazu při digitálním příjmu je při snižování úrovně napětí dlouho stabilní, a pak prudce klesá.

### 3. ZÁVĚR

Projekt si dal za cíl pomocí objektivních metod porovnat obrazovou kvalitu televizního vysílání při analogovém a digitálním způsobu vysílání. Na základě zaznamenaných sekvencí a z nich zjištěných koeficientů kvality vidíme, že digitální systém je co do kvality obrazu při zhoršených podmínkách příjmu lepší než analogový. To je způsobeno již samotným principem přenosu obrazu analogové televize, kdy jsou signály obrazových signálů modulovány amplitudově, a tedy snížení úrovně signálu má za následek degradaci obrazu. Analogový signál navíc nelze narozdíl od digitálního zabezpečit proti chybám. Poněkud překvapivě mohou vyznít relativně nízké hodnoty koeficientů kvality u analogového příjmu i při vyšších úrovních napětí. To je však způsobeno ne zcela stejnou úrovní jasu u všech sekvencí, která se při analogovém vysílání může vyskytnout, a kterou použité metricky neumí zcela dokonale kompenzovat.

### REFERENCE

- [1] ITU-R Recommendation BT.1683 Objective perceptual video quality measurement techniques for standard definition digital broadcast television in the presence of a full reference. Geneva : The International Telecommunication Union, 2004.
- [2] WINKLER, S. *Digital video quality*. London: Wiley, 2005. 175 s. ISBN 0-470-02404-6.
- [3] CPqD Video Quality Objective Assessment IES-CPqD. Brazil, 2009.
- [4] PINSON, M., WOLF, S. *Batch Video Quality Metric* [online]. [cit. 28.2.2011]. Dostupný z WWW: <http://www.its.blrdoc.gov/vqm/>