

# Decibely a Nepery

Milan Horkel

*Decibely – způsob jak vyjádřit obrovský rozsah hodnot malým číslem.*

## 1. Decibely a Nepery

### 1.1. Decibely

Decibely se používají pro vyjádření poměru dvou veličin nebo pro vyjádření poměru veličiny k nějaké domluvené vztažné úrovni (výkonu, akustického tlaku, napětí a podobně).

$1B = 10db$	Decibel je 1/10 belu
$A[db] = 10 * \log(p)$	Pro $p$ = poměr <b>výkonů</b>
$A[db] = 20 * \log(p)$	Pro $p$ = poměr <b>napětí</b> nebo <b>proudu</b>

1 B (bel) znamená, že veličina představuje 10x větší **výkon** (proto je ve vzorci dekadický logaritmus). V praxi se používá jednotka 10x jemnější, tedy dB (decibel). Odtud pochází konstanta 10 ve vzorci.

Hodnota  $p$  vyjadřuje poměr výkonu. Pokud se vyjadřují poměry napětí (například při uvádění zesílení zesilovače) je třeba si uvědomit, že 10x větší napětí znamená 100x větší výkon. Výkon  $P=U^2/R$  nebo  $P=R*I^2$ .

### 1.2. Nepery

Nepery fungují stejným způsobem jako decibely ale používají přirozený logaritmus. Jedná se o zastaralou jednotku, která se dříve využívala zejména v elektroakustice. V současné době se Nepery vyskytují jen výjimečně.

$A[Np] = 0.5 * \ln(p)$	Pro $p$ = poměr <b>výkonů</b>
$A[Np] = \ln(p)$	Pro $p$ = poměr <b>napětí</b> nebo <b>proudu</b>
1 Np = 8.686 dB 1dB = 0.115 Np	Přepočet dB a Np

### 1.3. Tabulka decibelů

Následující tabulka uvádí nejběžnější zaokrouhlené hodnoty.

Poměr v dB	Poměr výkonu	Poměr napětí nebo proudu
-10dB	1/10	0,316
-6dB	1/4	1/2
-3dB	1/2	0,71
<b>0db</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
3dB	2	1,41
6dB	4	2
10dB	10	3,16
<b>20dB</b>	<b>100</b>	<b>10</b>
30dB	1 000	31,6
40dB	10 000	100
50dB	100 000	316
60dB	1 000 000	1 000

## 2. Druhy decibelů

### 2.1. Síla zvuku – akustický decibel

Síla zvuku se vyjadřuje proti dohodnuté prahové hodnotě akustického tlaku  $0\text{dB} = 2 \cdot 10^{-5}\text{Pa}$ .

10x větší akustický tlak znamená 100x silnější zvuk (100x větší výkon).

### 2.2. Zisk antény – dBi a dBd

Hodnota dBi vyjadřuje zisk antény proti izotropnímu zářiči (zářiči, který vysílá do všech směrů stejně).

Hodnota dBd vyjadřuje zisk antény proti dipólu. Protože dipól má zisk asi 2dBi je hodnota v dBd o tyto 2dB menší. Pozor na to při porovnávání antén.

### 2.3. Poměr signálu vůči nosné – dBc

Hodnota dBc se používá při hodnocení kvality signálů vysílačů a oscilátorů a vyjadřuje poměr signálu (užitečného nebo rušivého) vůči úrovni nosné (carrier).

### 2.4. Poměr signálu vůči plné hodnotě – dBfs

Hodnota dBfs se používá při vyjadřování velikosti signálu při číslicovém zpracování (například u A/D a D/A převodníků). Jedná se o poměr vůči plné hodnotě rozsahu (full scale).

### 2.5. Vyjádření výkonu – dBm (decibel miliwatt)

Vyjádření výkonu v decibelech se používá při výpočtech a plánování zesílení zesilovačů, směšovačů, kabelů, filtrů a dalších komponent komunikačního řetězce. Základem je 1mW výkonu na dohodnuté impedanci. Tomu pak odpovídá příslušná úroveň napětí. Viz tabulka.

Výkon	Impedance	Napětí efektivní	Napětí peek-peek
1Bm	50Ω	223mV	632mV
1Bm	75Ω	273mV	775mV
1Bm	600Ω	775mV	2191mV

### 3. Vztah decibelů a počtu bitů AD a DA převodníku

Přidáme-li 1 bit u AD nebo DA převodníku, zlepšíme tím odstup signál šum 2x, tedy o 6,02dB.

$$\text{SNR [dB]} = 6,02 * N + 1,76\text{dB}$$

N – počet bitů

SNR – poměr signál šum

Počet bitů	Počet úrovní	Poměr signál šum
1	2	7,78dB
2	4	13,8dB
4	16	25,8dB
8	256	50dB
10	1 024	62dB
12	4 096	74dB
16	65 536	98dB
24	16 777 216	146dB

#### 3.1. Hodnota ENOB

U reálných rychlých převodníků se kromě toho, že se ze spojitého signálu vytváří stupňovaný signál (hovoříme o tzv. kvantizačním šumu) uplatňují další rušivé vlivy. Jsou jimi:

- Pronikání rušení z číslicové části převodníku (nejvíce od hodinového signálu)
- Šum vstupních/výstupních analogových obvodů
- Zkreslení vstupních/výstupních analogových obvodů
- Nelinearita převodníku (stupně nestejně výšky)

Proto se při specifikaci parametrů převodníku postupuje právě opačně. Vezme se známý ideální signál, ten se připojí na vstup AD převodníku a z číslicové podoby signálu se matematicky odvodí poměr signál šum a tento poměr se převede na tzv. efektivní počet bitů převodníku – označený ENOB (effective number of bits). Hodnota ENOB v podstatě udává, kolik by musel mít bitů ideální převodník, který kromě kvantizačního šumu nepřidává žádné další rušení a chyby.

Efektivní počet bitů je vždy menší než skutečný počet bitů převodníku. Podle kvality a rychlosti převodníku i o několik bitů.

$$\text{ENOB [dB]} = (\text{SINAD} - 1,76\text{dB}) / 6,02\text{dB}$$

Kde SINAD je poměr signálu k šumu a všemu rušení (signal to noise and distortion ratio).