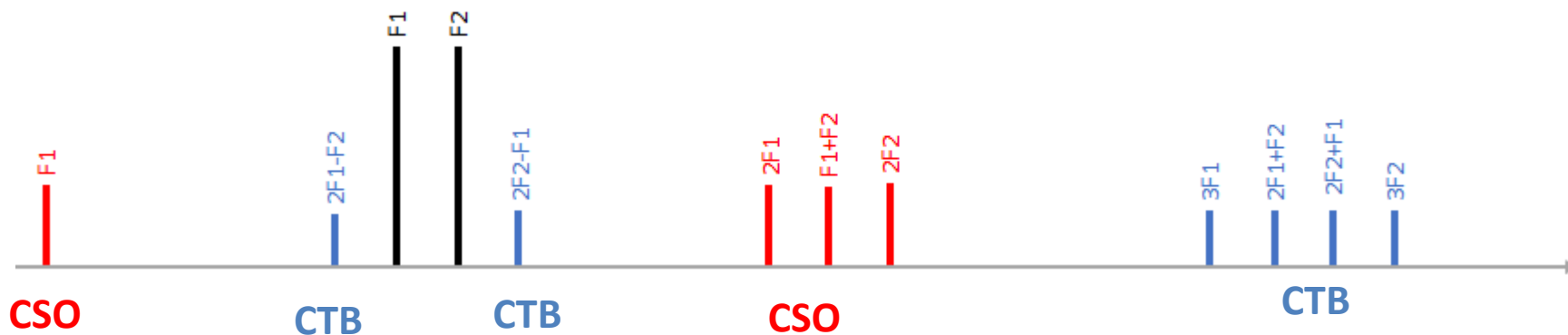


Sygnał wyjściowy V_{out} dowolnego wzmacniacza można wyrazić jako wielomian rzędu N :

$$V_{out} = \sum_{i=0}^N A_i V_{in}^i$$

$$V_{out} = A_0 + A_1 V_{in} + A_2 V_{in}^2 + A_3 V_{in}^3 + \dots$$



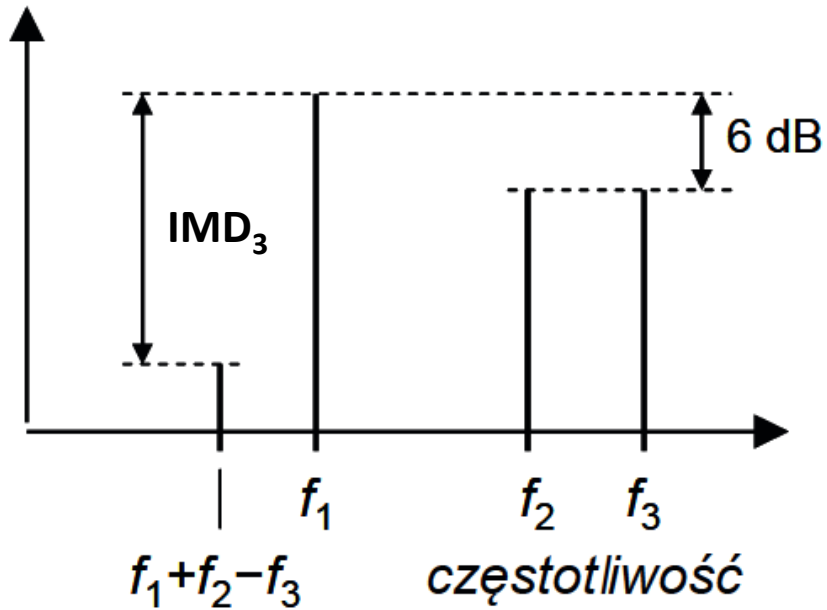
$$U_{wy} = IMD_{60} + \frac{60-IMD}{2} - 7,5 \cdot \log(N - 1) + \frac{Tilt}{3} - (\text{tolerancja} + 10 \cdot \log(k))$$

N – ilość kanałów
 k - ilość kaskod

tolerancja = 4dB

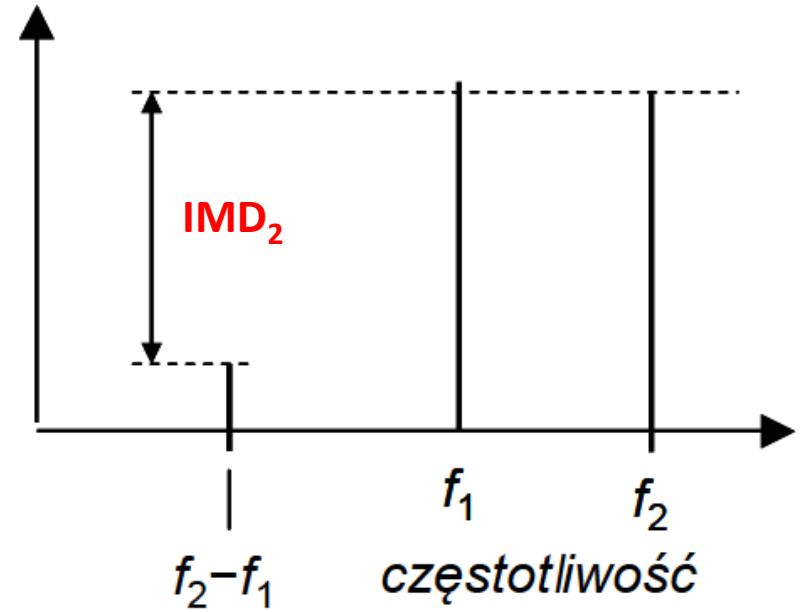
k	10log(k)
2	3,0
3	4,8
4	6,0
5	7,0

poziom



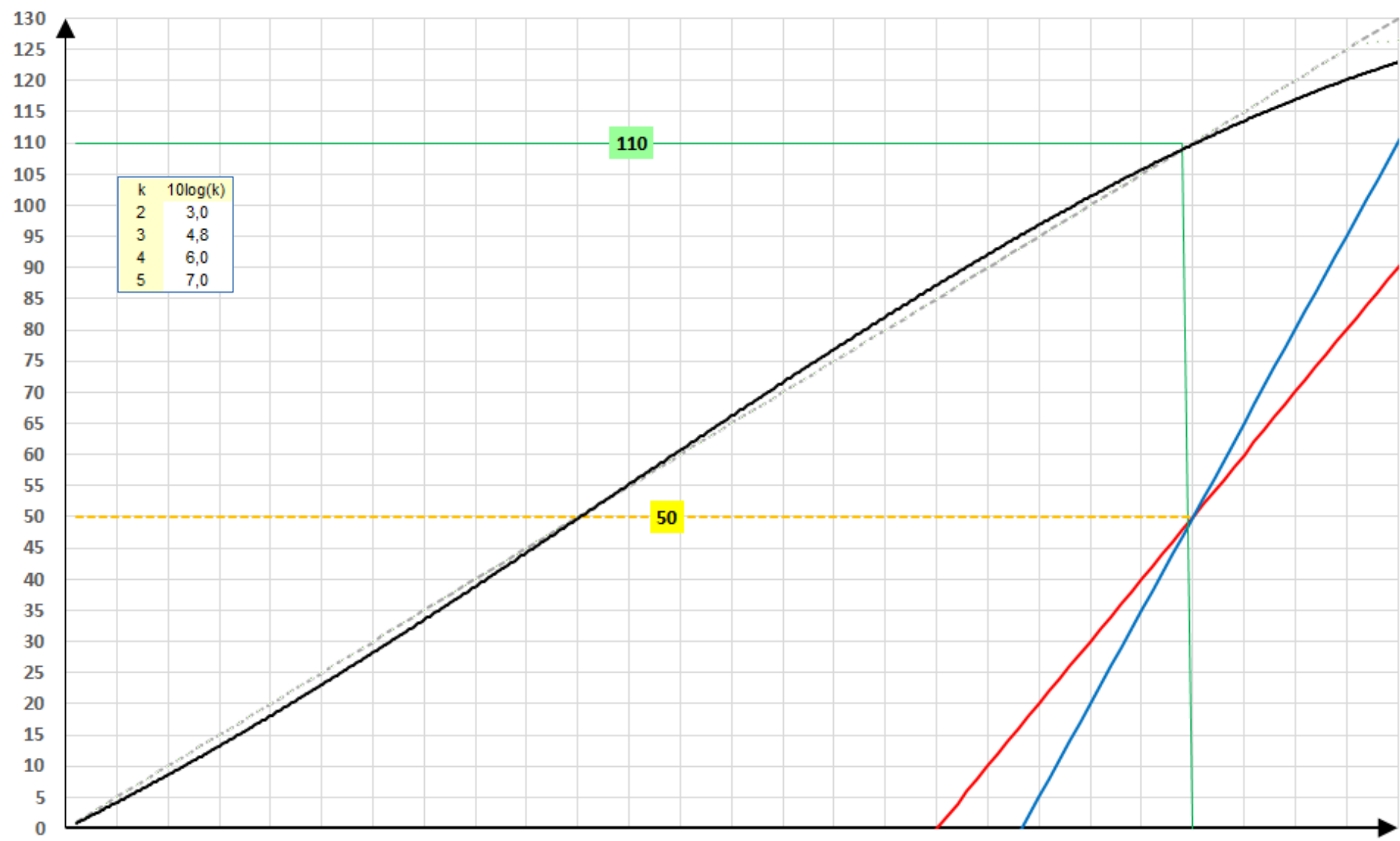
DIN 45004 ; po lewej: pomiar z 3-nośnymi,

poziom



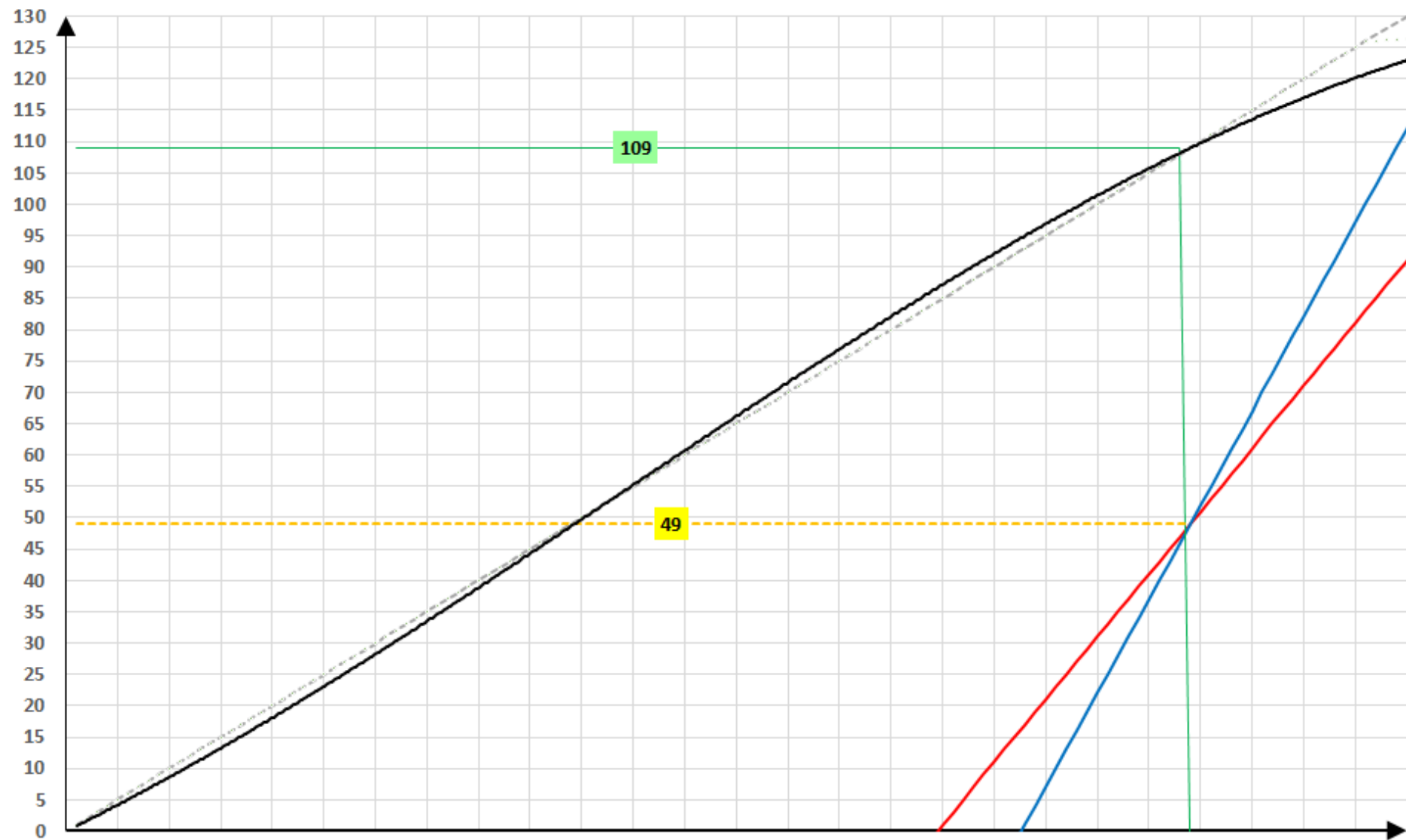
po prawej: pomiaru z 2-nośnymi

— CSO=60 & IMD2=120 — CTB=60 — Uwy=110 & N=42 ; Tilt=6



$$U_{wy} = IMD_{60} + \frac{60-IMD}{2} - 7,5 \cdot \log(N-1) + \frac{Tilt}{3} - (tolerancja + 10 \cdot \log(k))$$

— CSO=60 & IMD2=120 — CTB=60 — Uwy=109 & N=62 ; Tilt=6



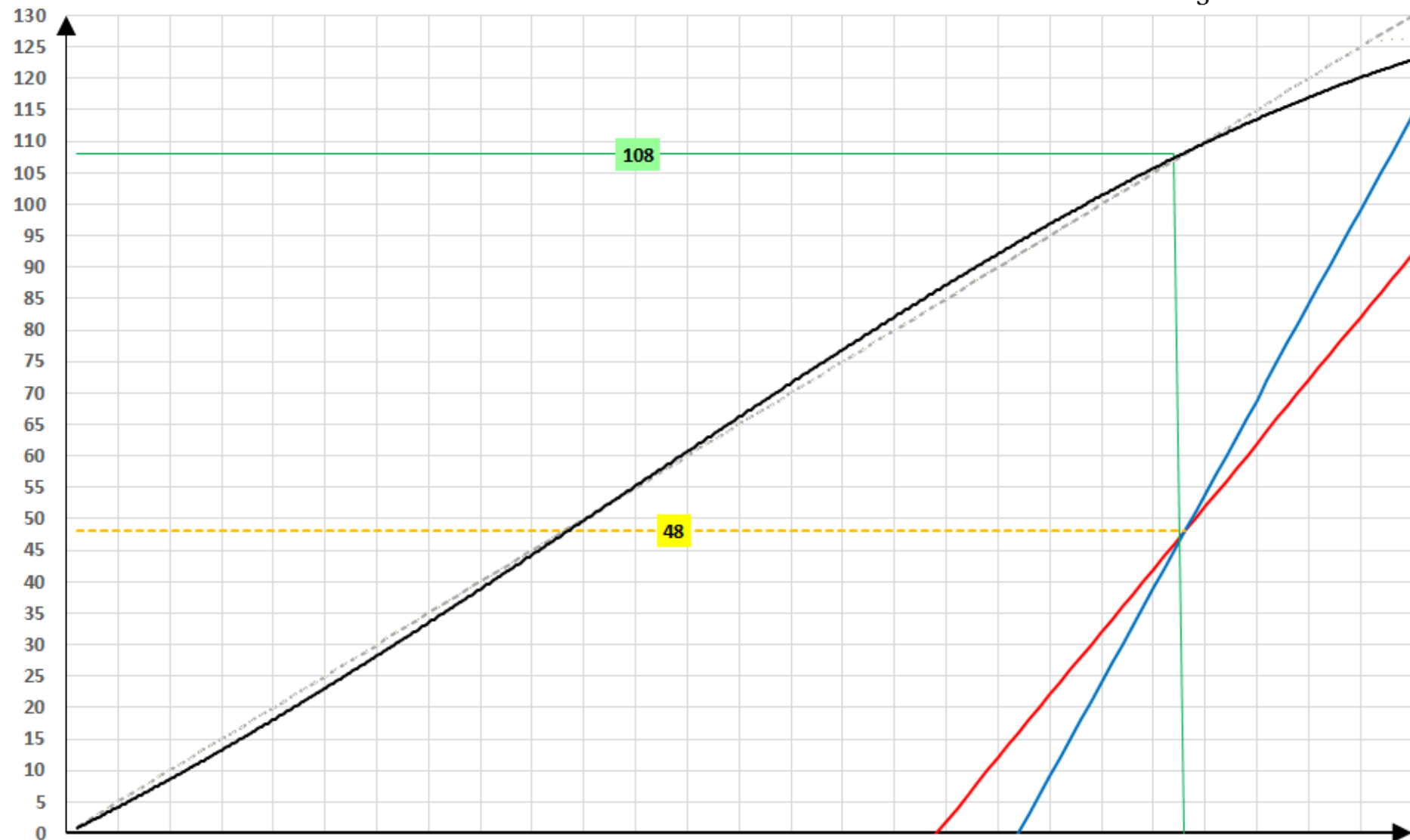
$$U_{wy} = IMD_{60} + \frac{60-IMD}{2} - 7,5 \cdot \log(N-1) + \frac{Tilt}{3} - (\text{tolerancja} + 10 \cdot \log(k))$$

— CSO=60 & IMD2=120

— CTB=60

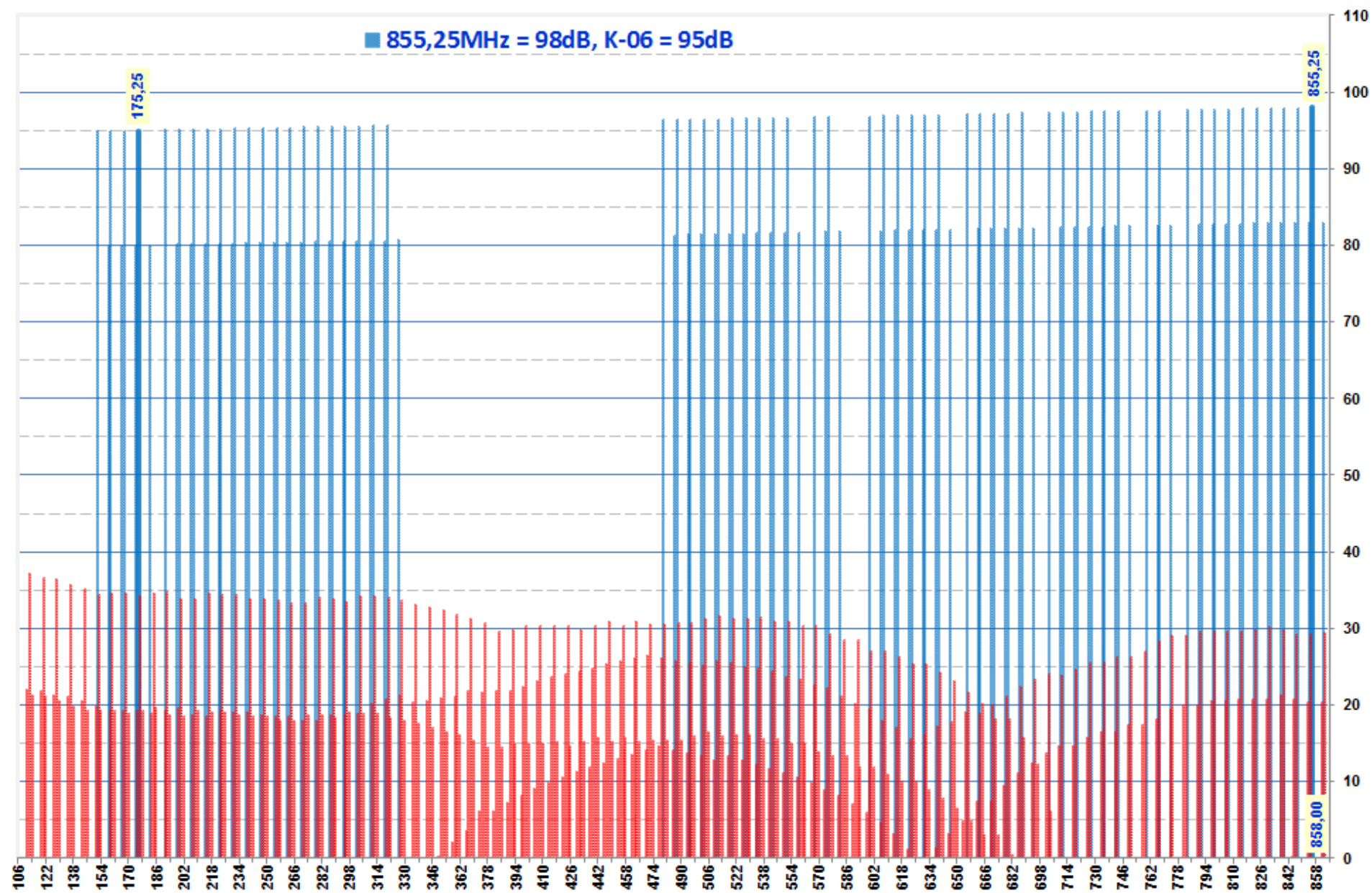
— Uwy=108 & N=62; Tilt=3

$korekta = \frac{1}{3}Tilt$

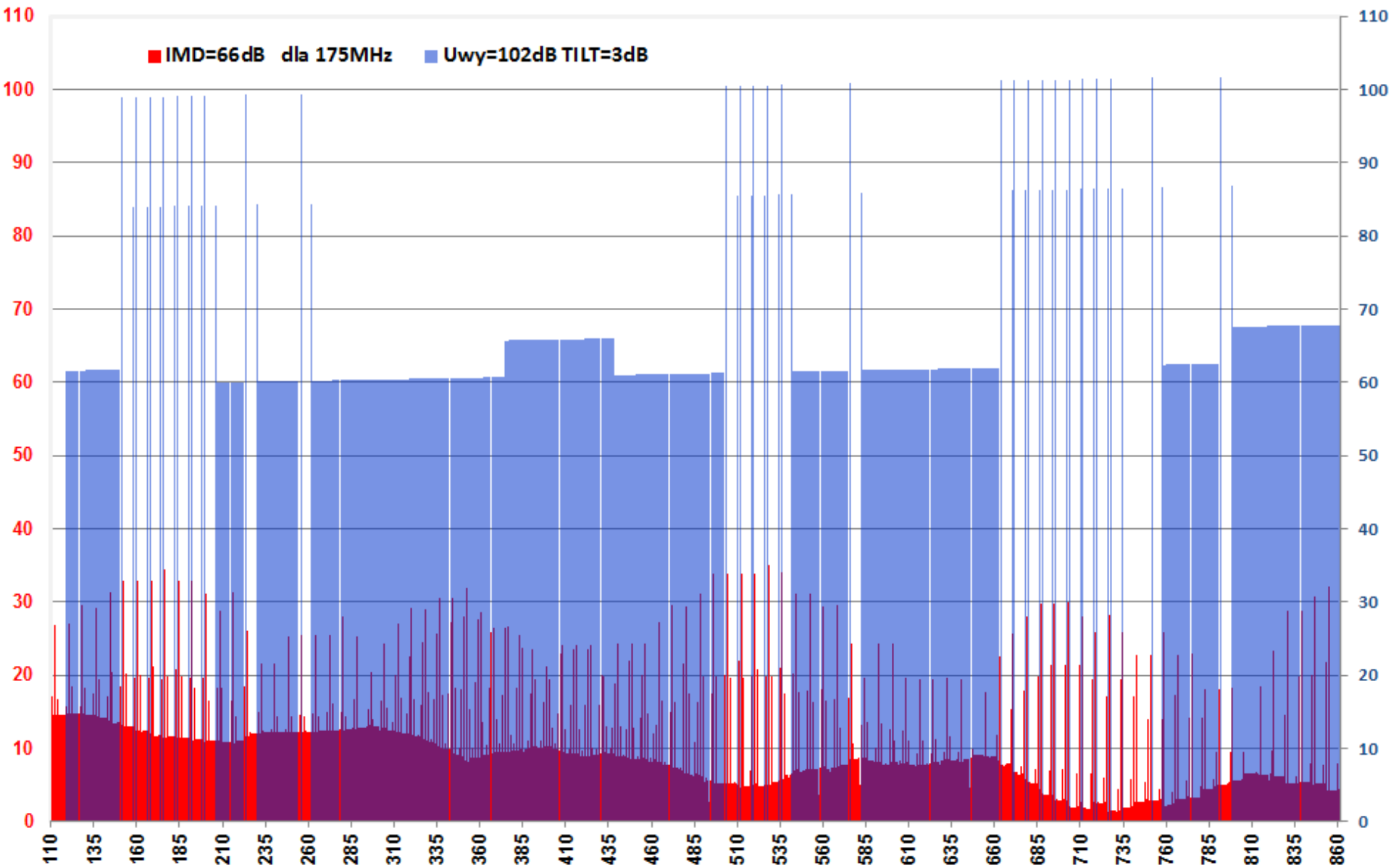


$$U_{wy} = IMD_{60} + \frac{60-IMD}{2} - 7,5 \cdot \log(N-1) + \frac{Tilt}{3} - (tolerancja + 10 \cdot \log(k))$$

przykłady widma intermodulacji drugiego rzędu – CS0

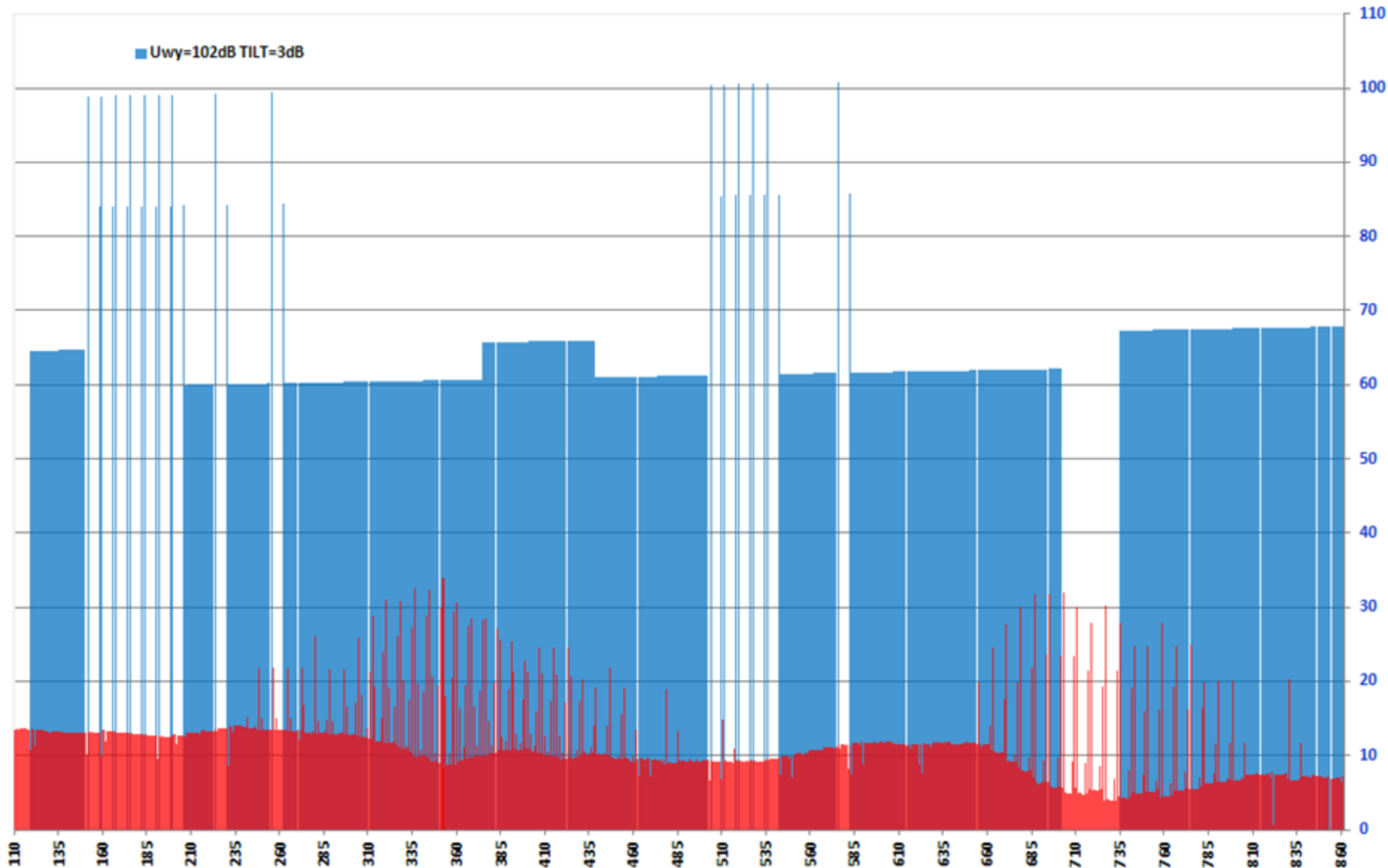


przykłady widma intermodulacji drugiego rzędu – CS0

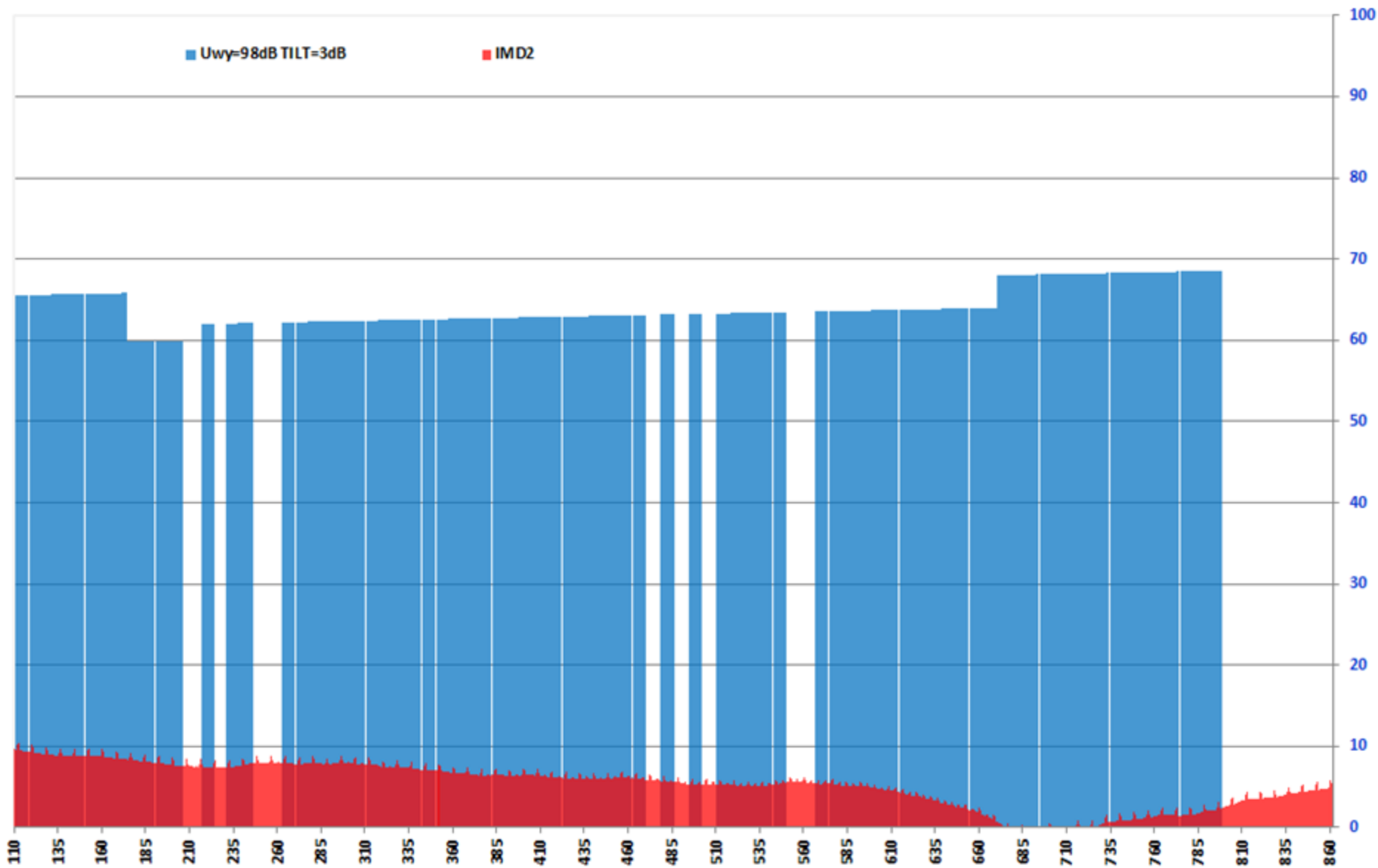


przykłady widma intermodulacji drugiego rzędu – CS0

■ Uwy=102dB TILT=3dB

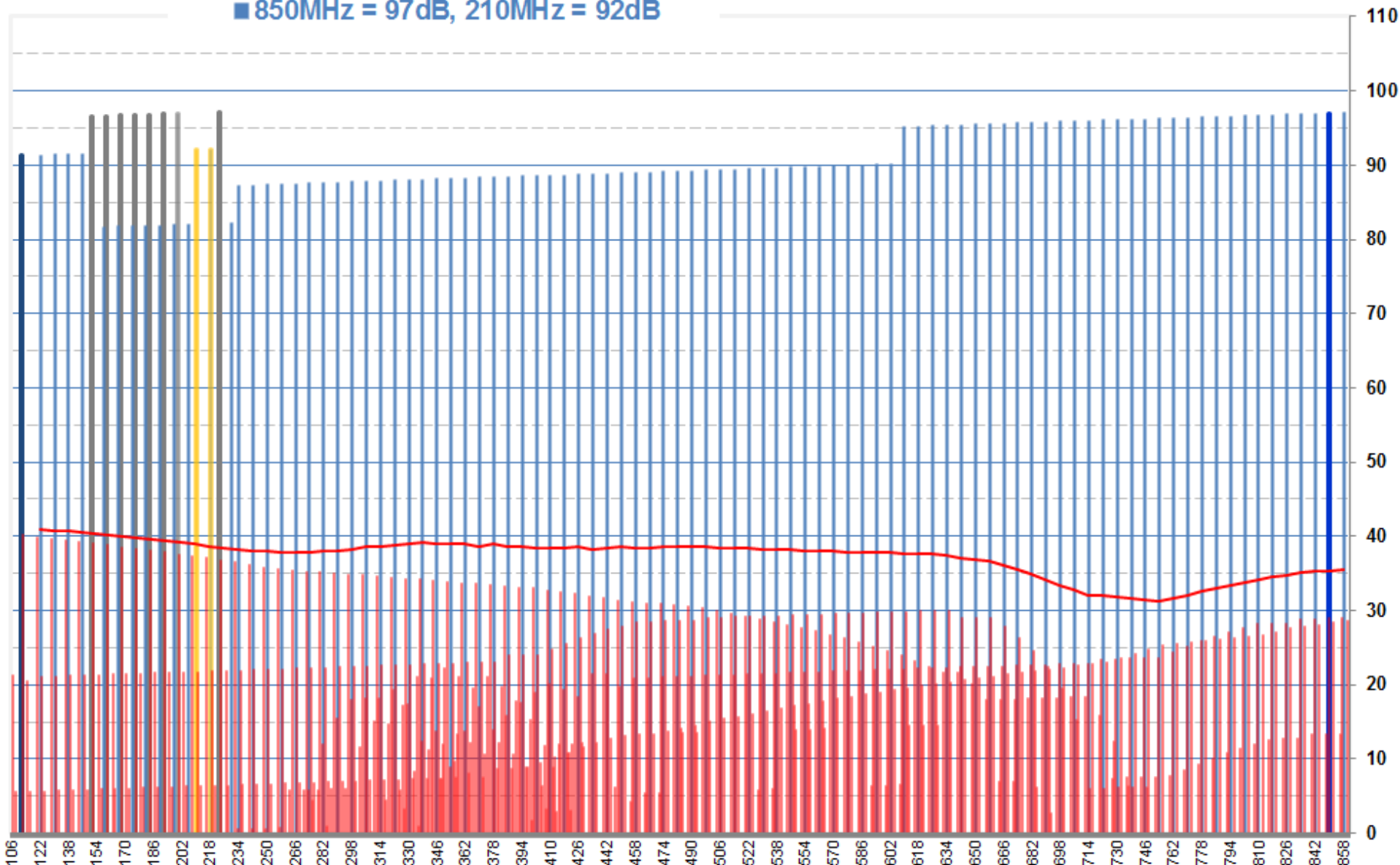


przykłady widma intermodulacji drugiego rzędu – CS0

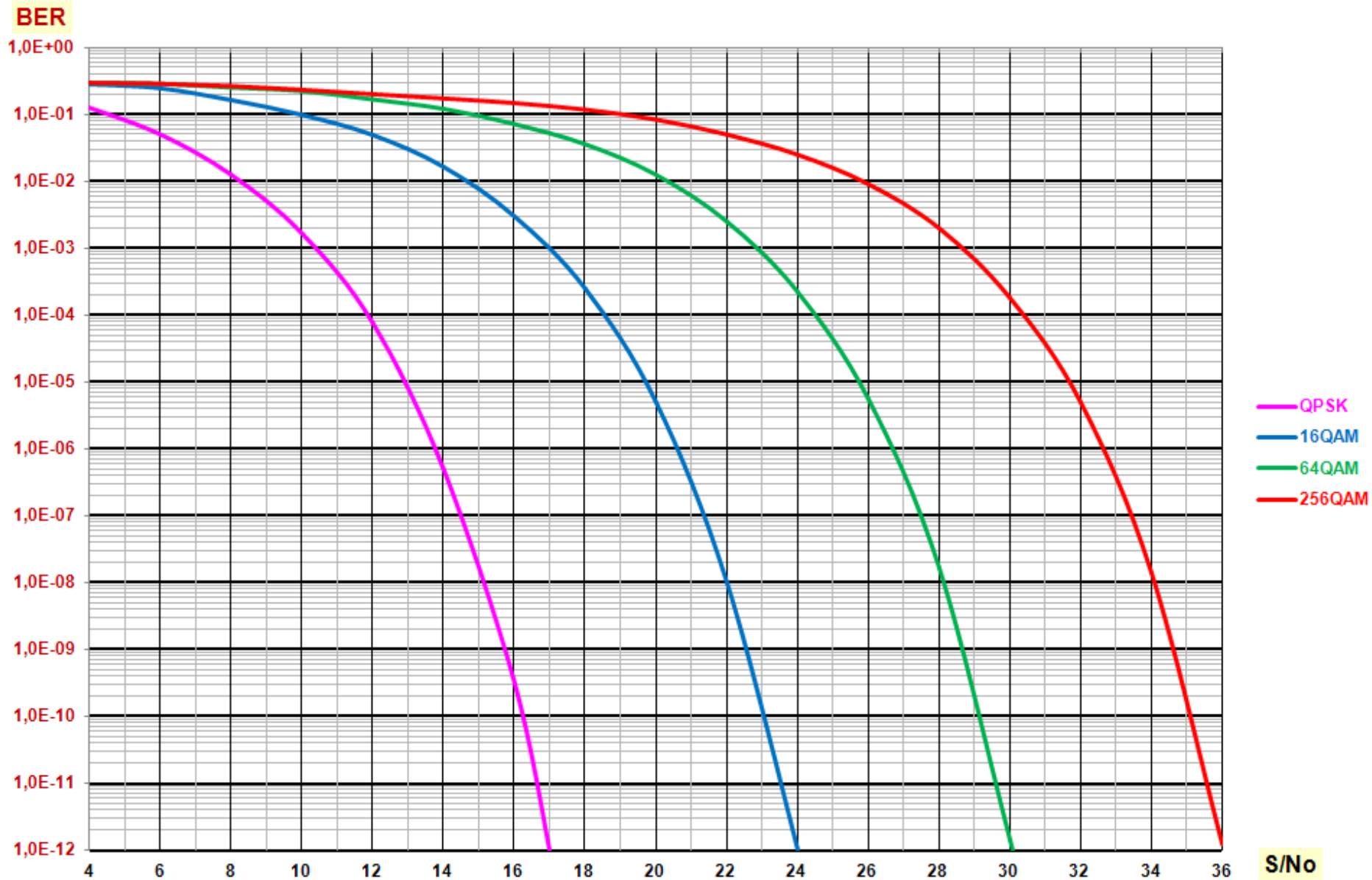


przykłady widma intermodulacji drugiego rzędu – CS0

■ 850MHz = 97dB, 210MHz = 92dB

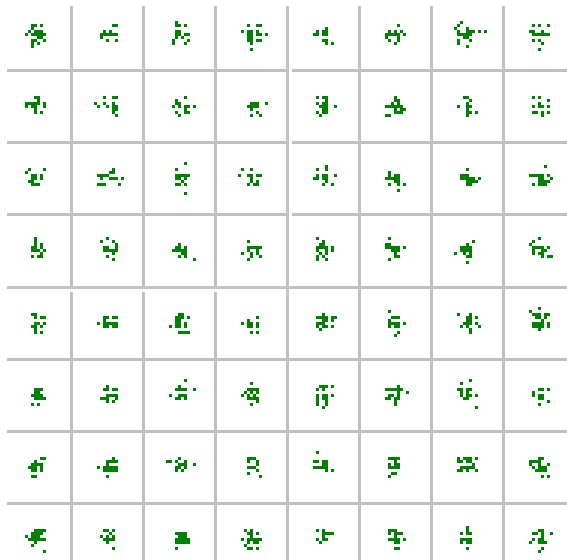


Pre BER

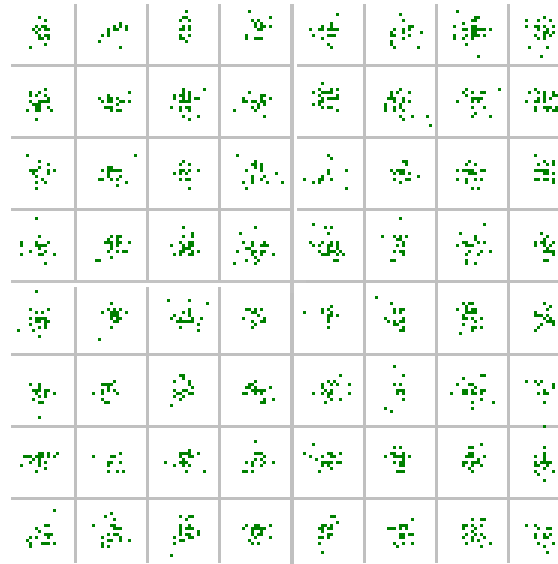


Pre BER

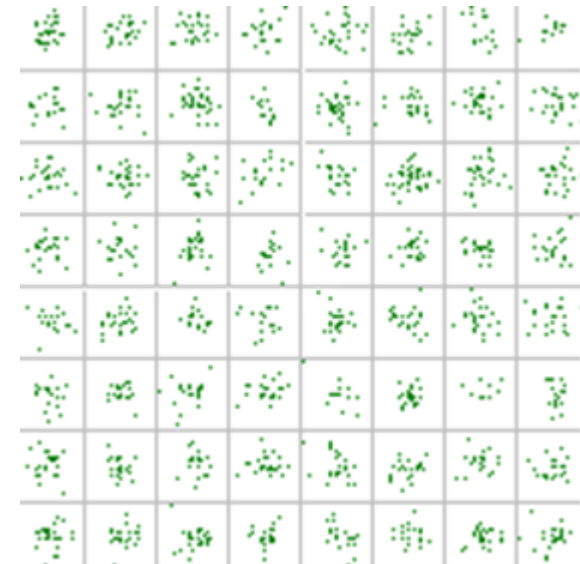
1.00E-09



3.36E-05



6.05E-04



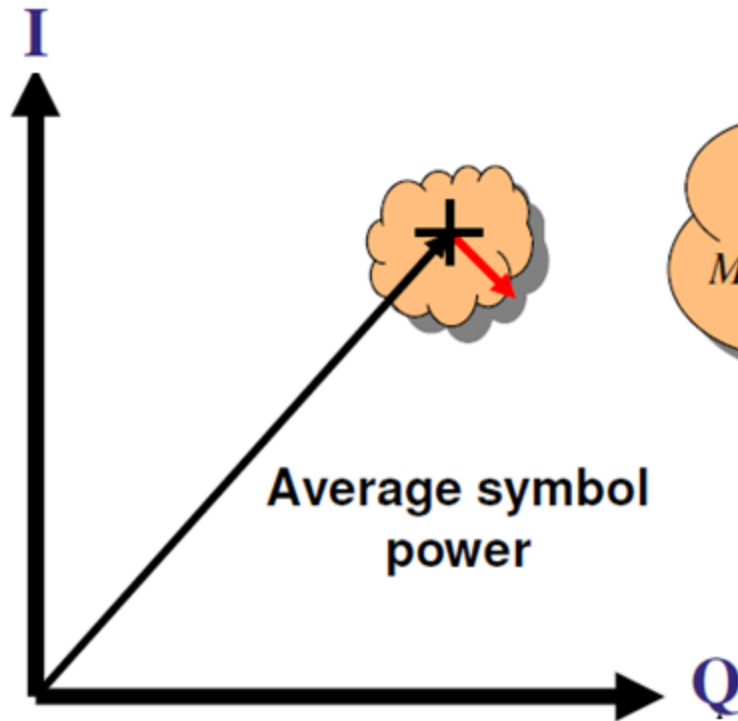
FEC może poprawić
BER max 4-5 dekad

BER	ilość błędnych bitów	ilość błędnych bitów w czasie
10⁻¹²	1 na trylion bitów	25000sek bez błędu (6,94h)
10⁻¹¹	1 na 100 bilionów bitów	2500sek bez błędu (41,67min)
10⁻¹⁰	1 na 10 bilionów bitów	250sek bez błędu (4,167min)
10⁻⁹	1 na bilion bitów	25sek bez błędu
10⁻⁸	1 na 100 milionów bitów	2,5sek bez błędu
10⁻⁷	1 na 10 milionów bitów	4 w ciągu sekundy
10⁻⁶	1 na milion bitów	40 w ciągu sekundy
10⁻⁵	1 na 100 tysięcy bitów	400 w ciągu sekundy
10⁻⁴	1 na 10 tysięcy bitów	4000 w ciągu sekundy

- 8MHz kanał z modulacją **256QAM** przesyła 5M symboli w ciągu sekundy
- **BR=8bitów/symbol** co daje BR=40M bitów /sekundę

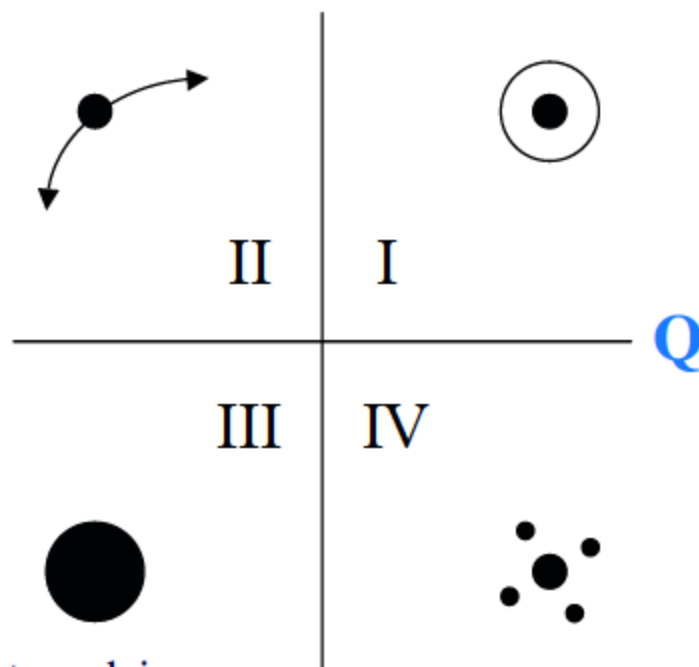


$$\text{MER} = 10 \log \left(\frac{\text{średnia moc wektora symbolu}}{\text{średnia moc wektorów błędnych}} \right)$$



$$\text{MER} = 10 \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right]$$

Szum fazowy powoduje, że konstelacja obraca się wokół środka



Interferencja zamienia punkty w koła

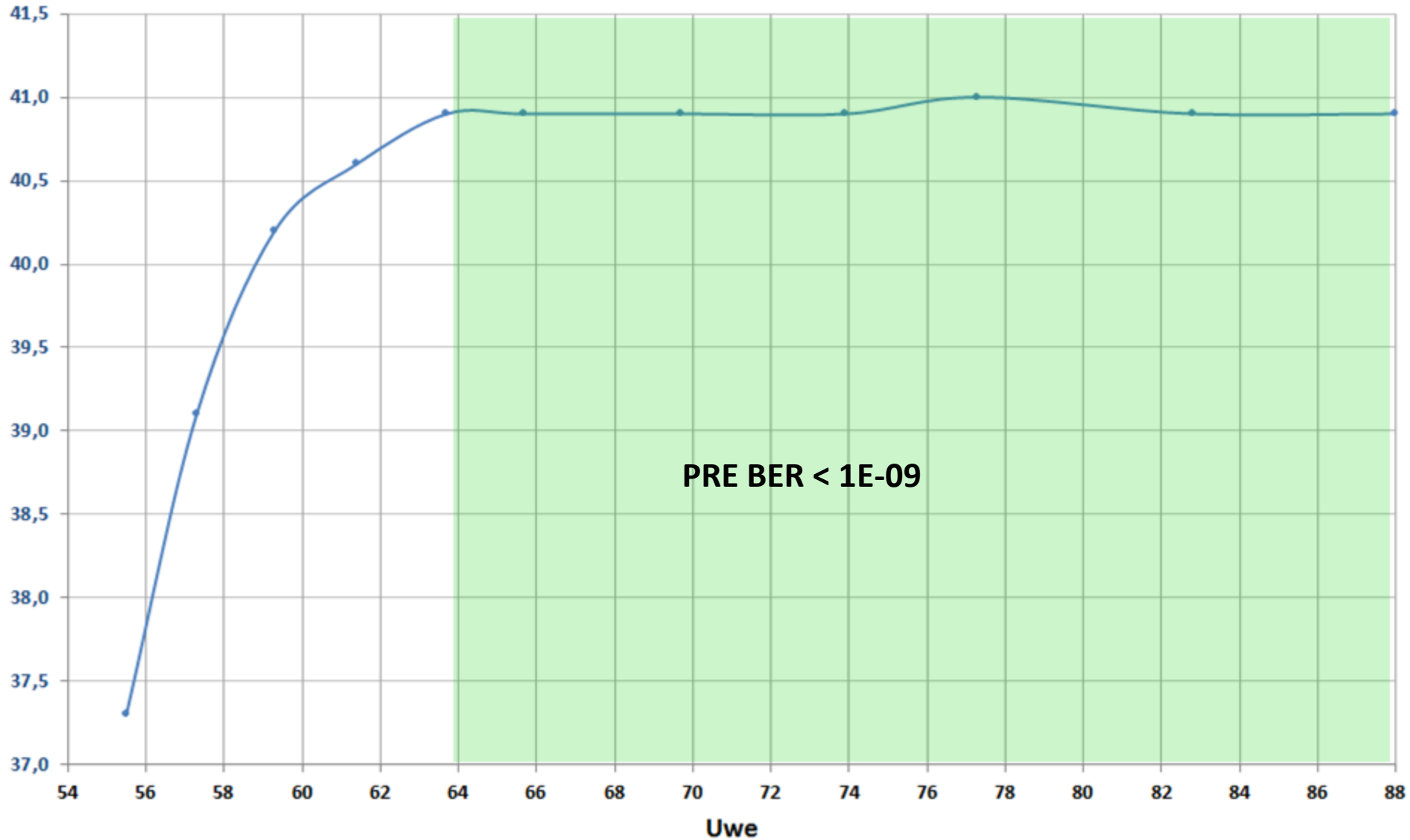
szum powoduje, że punkt oscyluje wokół swojej pozycji docelowej

mikro-odbicia prowadzą do kopii punktu, z pozycją obróconą zgodnie z pozycją fazy RF

Przykłady nakładania się interferencji na diagramie konstelacji

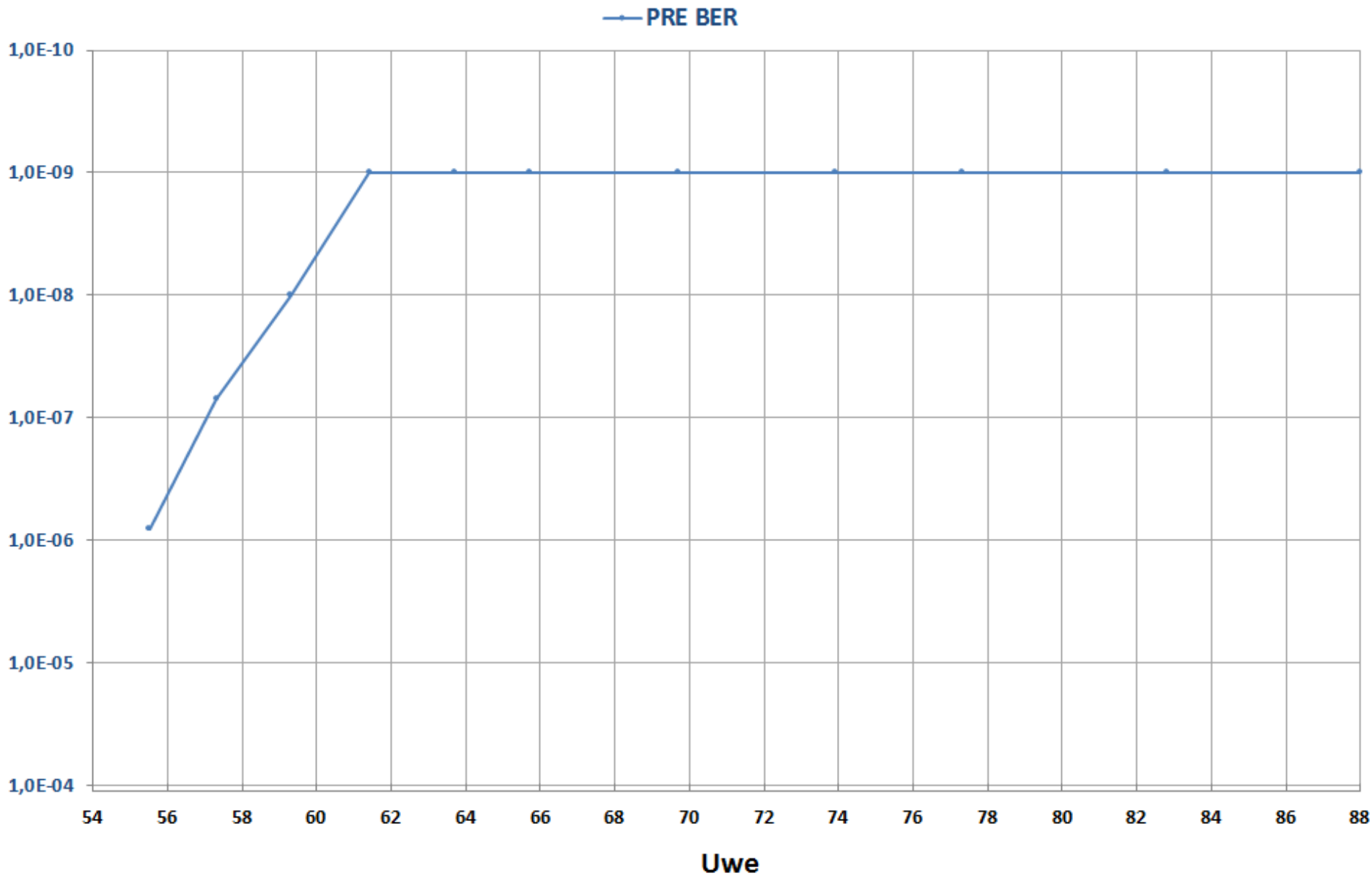
wskazania Pre MER funkcji poziomu wejściowego dla miernika DSP-360

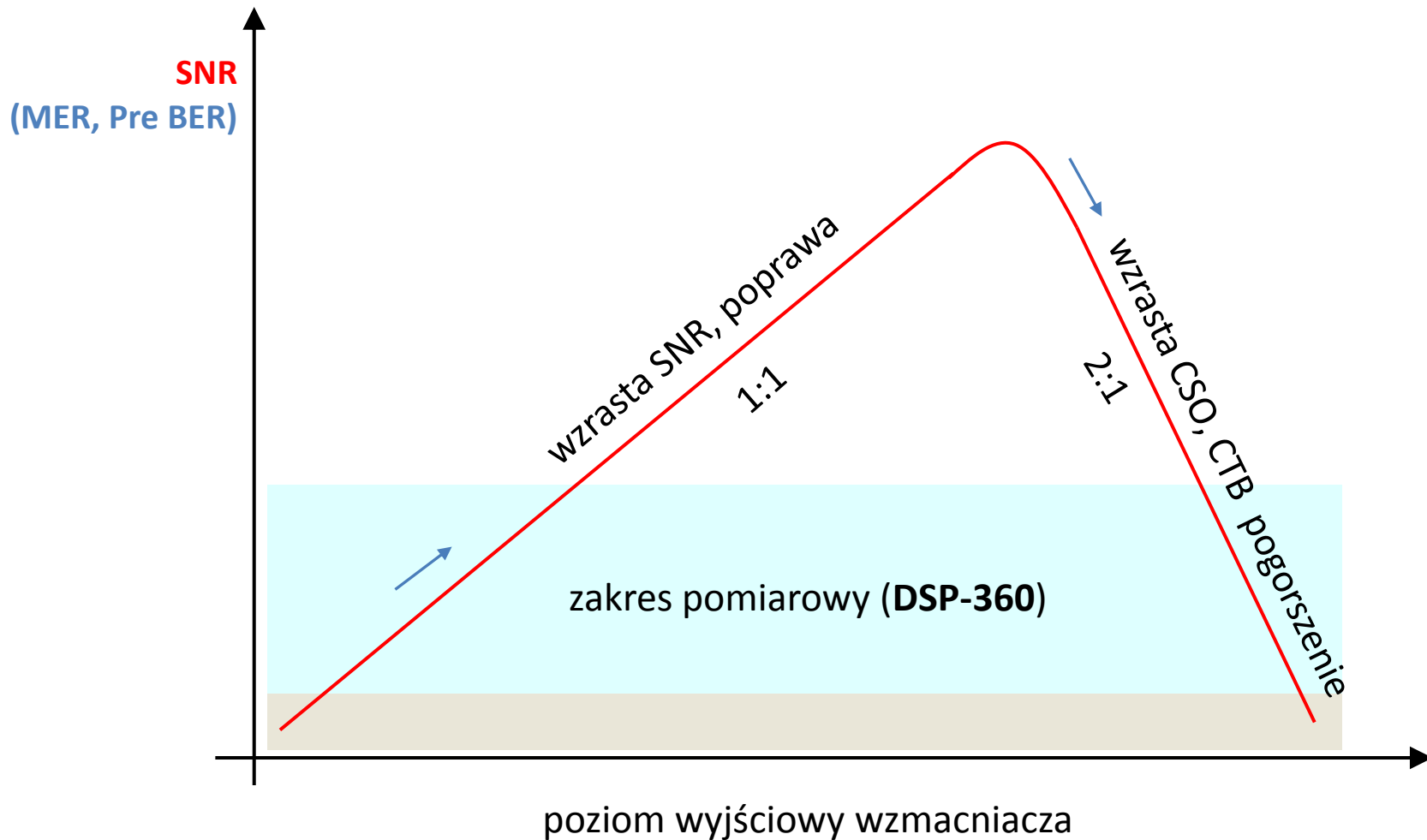
—●— MER



PRE BER < 1E-09

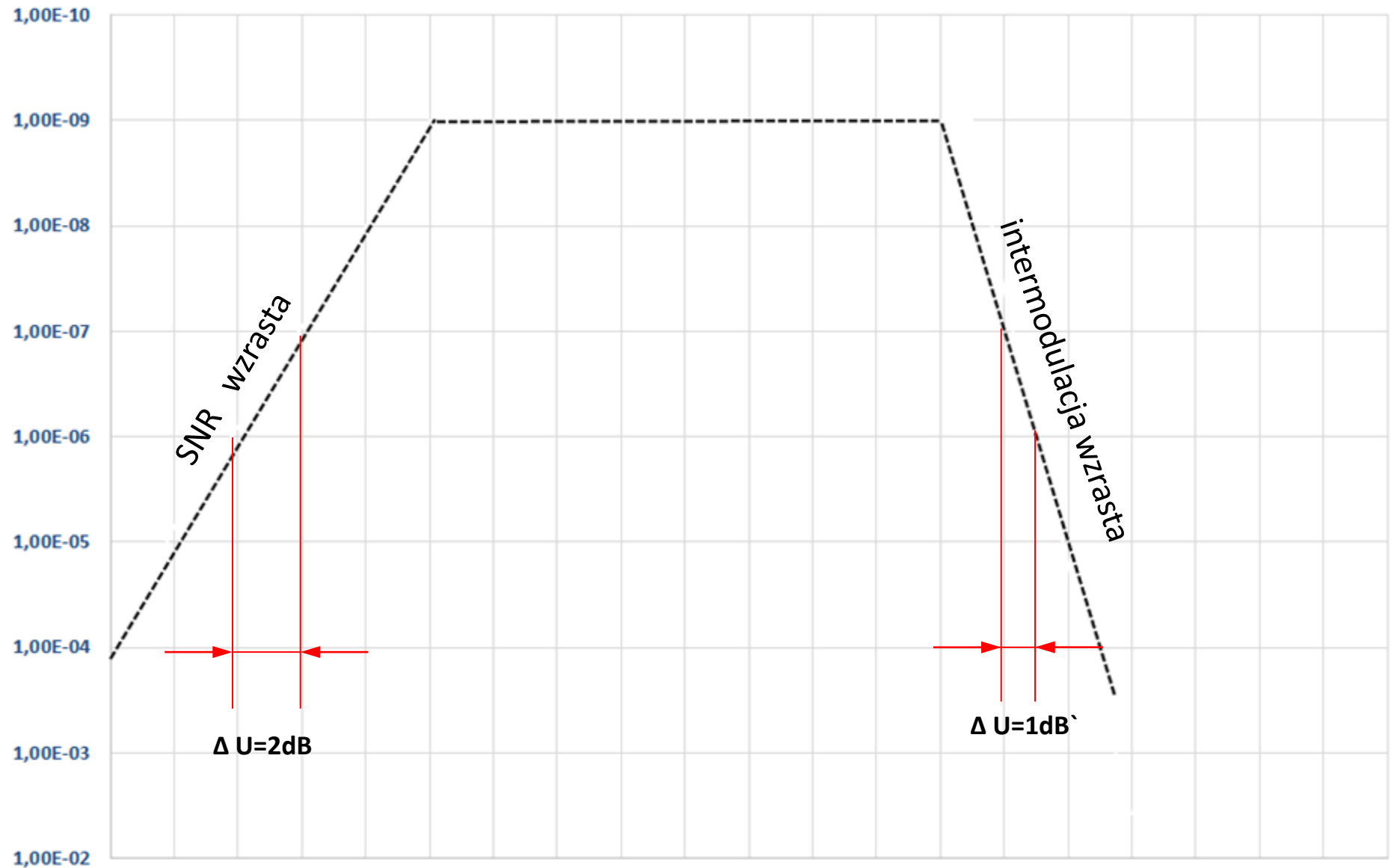
Charakterystyka PRE BER dla miernika DSP-360





- za niski poziom wejściowy, sygnał/szum w sieci HFC
- za duży poziom wyjściowy (*CSO, CTB, CPD, ...*)
- modulacja skrośna, interferencje (*HUM, zakłócenia*)
- niedopasowania w sieci, mikro-odbicia (*modulacje amplitudy, zniekształcenia fazy*)

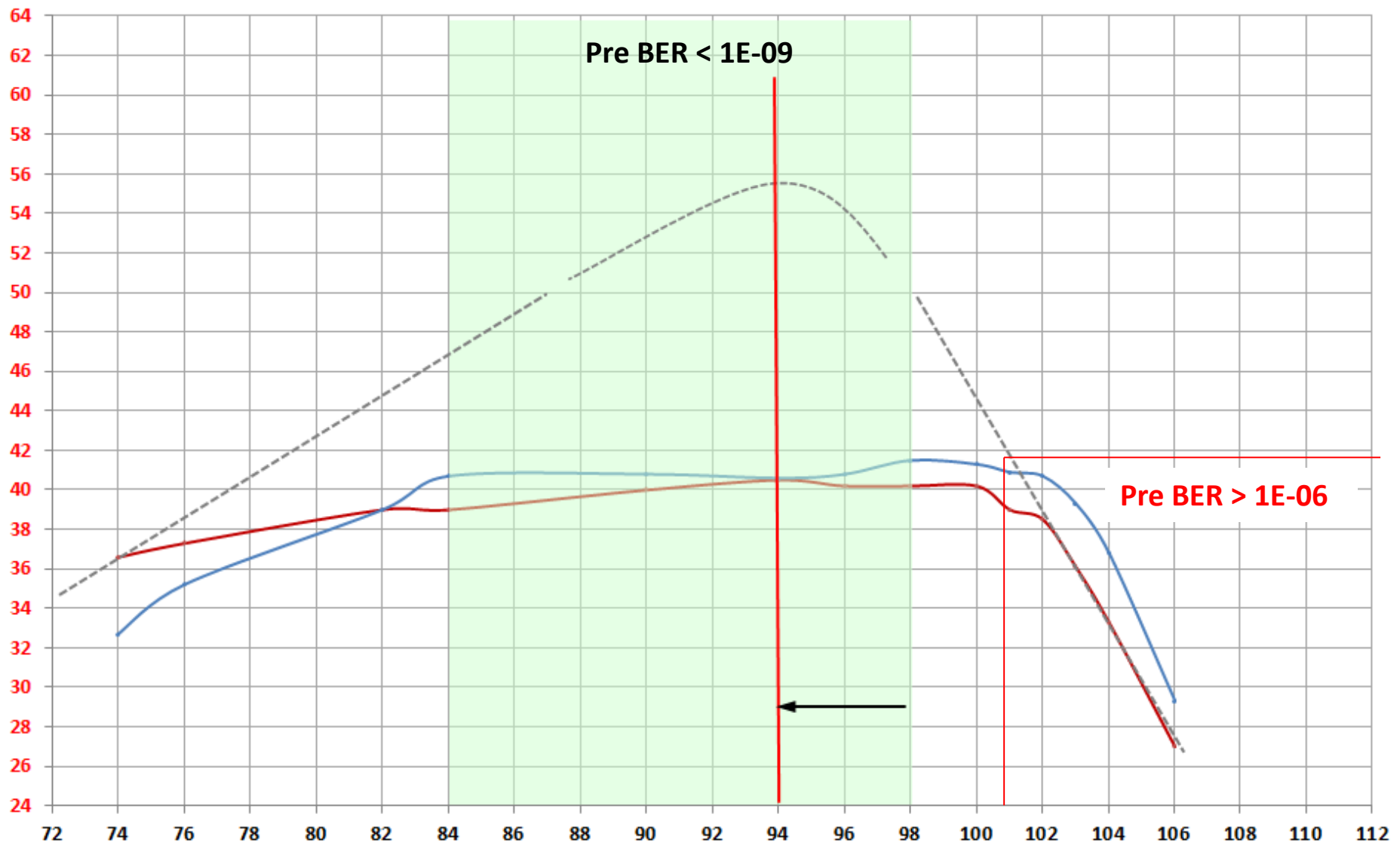
degradacja PRE BER funkcji napięcia wyjściowego wzmacniacza



Amigo & tilt=5dB

MER_826 MER_178

$$\text{korekta} = \frac{2}{3} \text{Tilt}$$



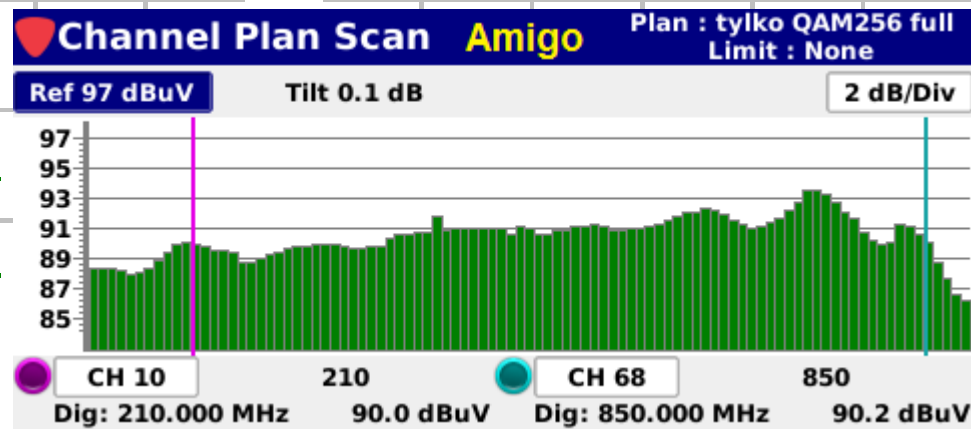
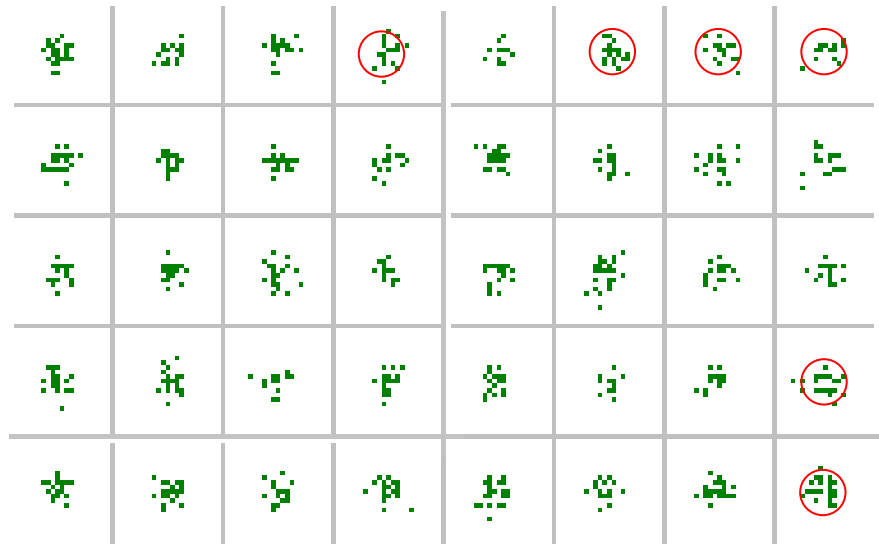
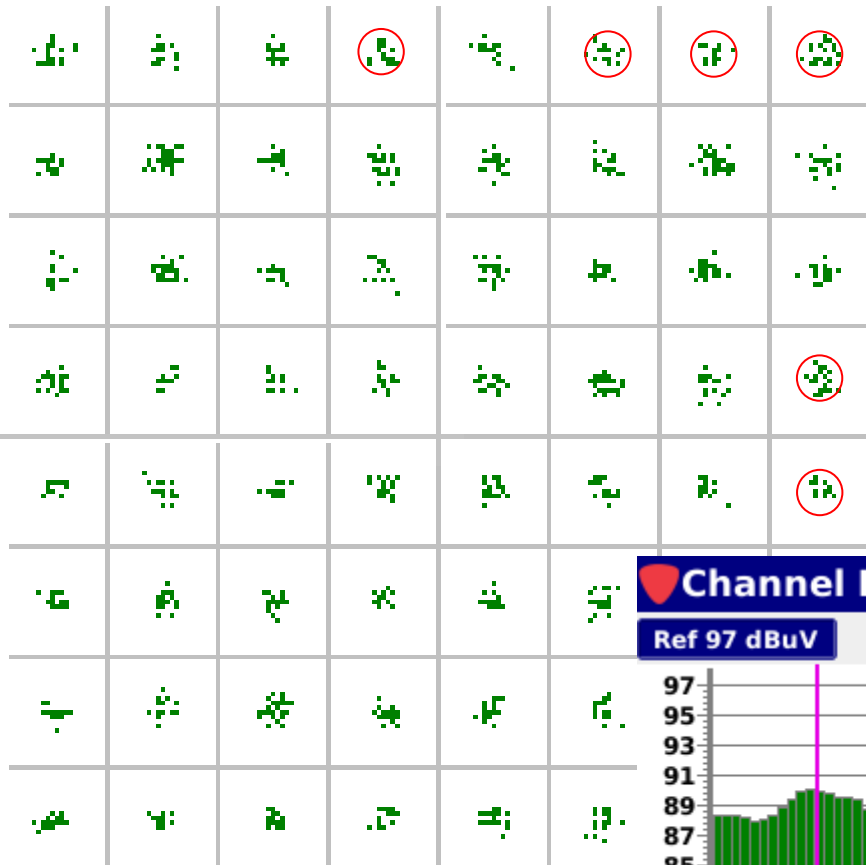
N= 96 x 256-QAM

DIG: 826.000 MHz

Pre BER 1.00E-09

DIG: 850.000 MHz

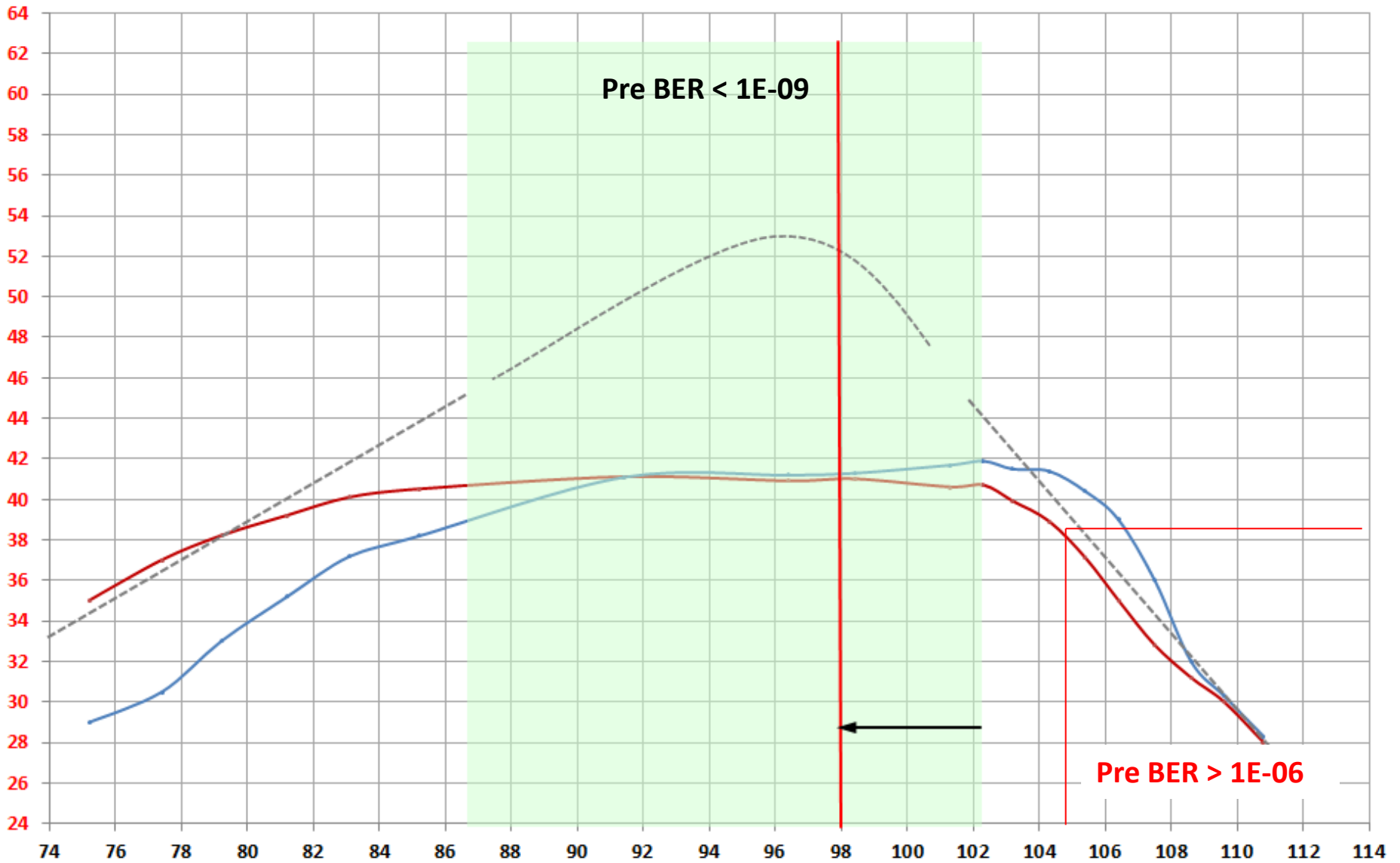
Pre BER 7.03E-07



DASH-120 & tilt=5dB

— MER_850 — MER_178

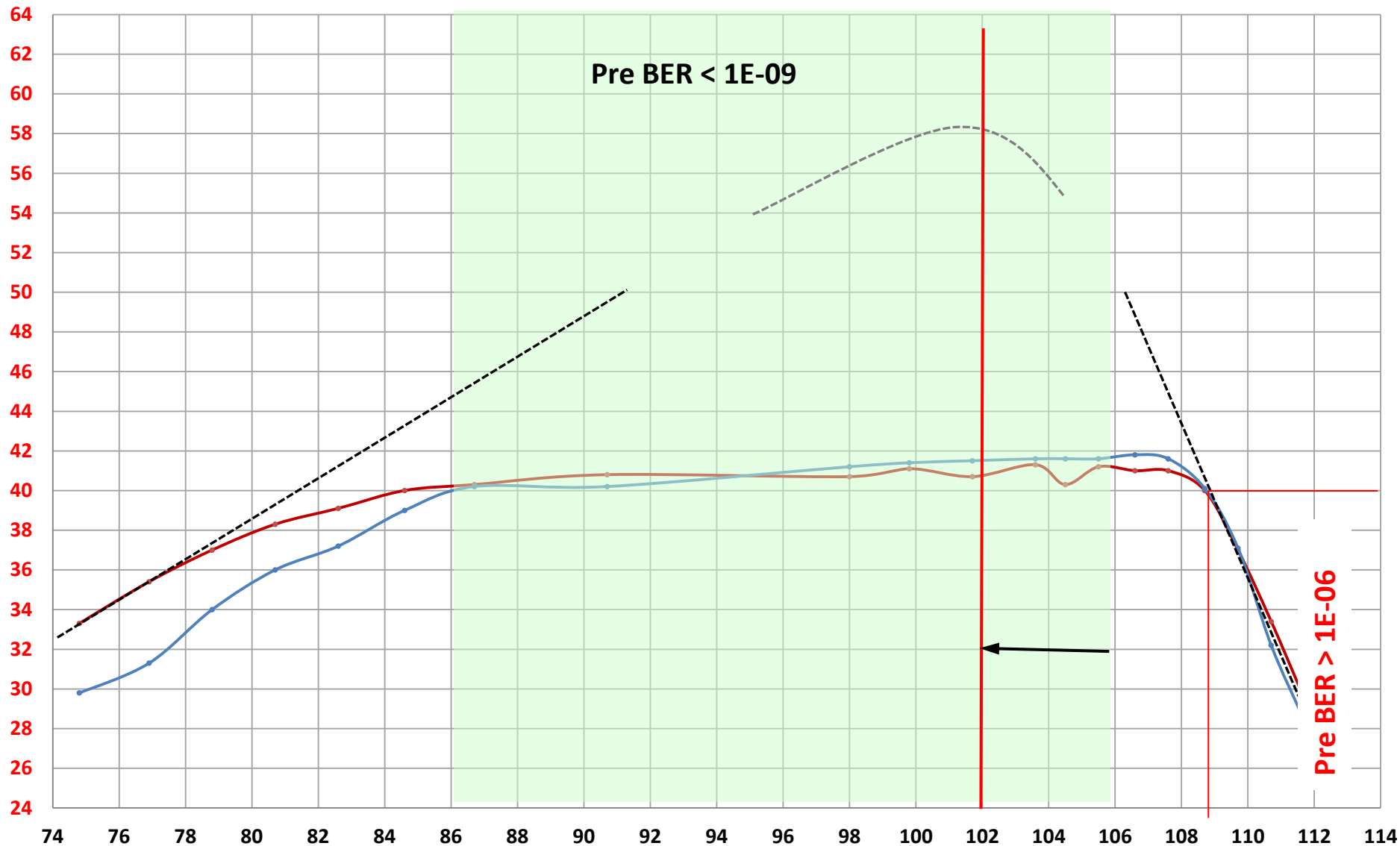
$$korekta = \frac{2}{3} Tilt$$



DH 6908 & tilt=5dB

MER_850 MER_178

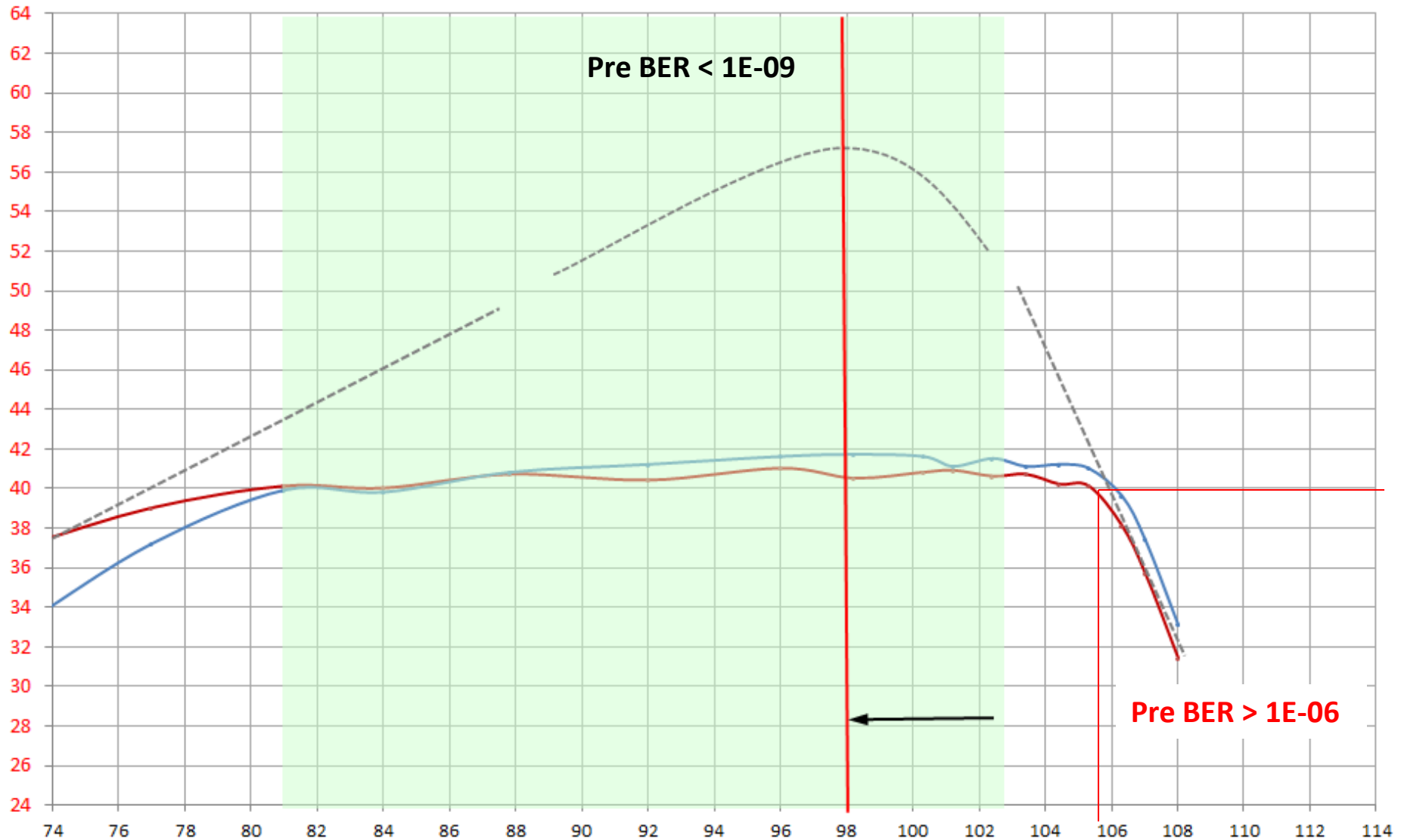
$$korekta = \frac{2}{3} Tilt$$



GHV-35 3 & tilt=5dB

MER_850 MER_178

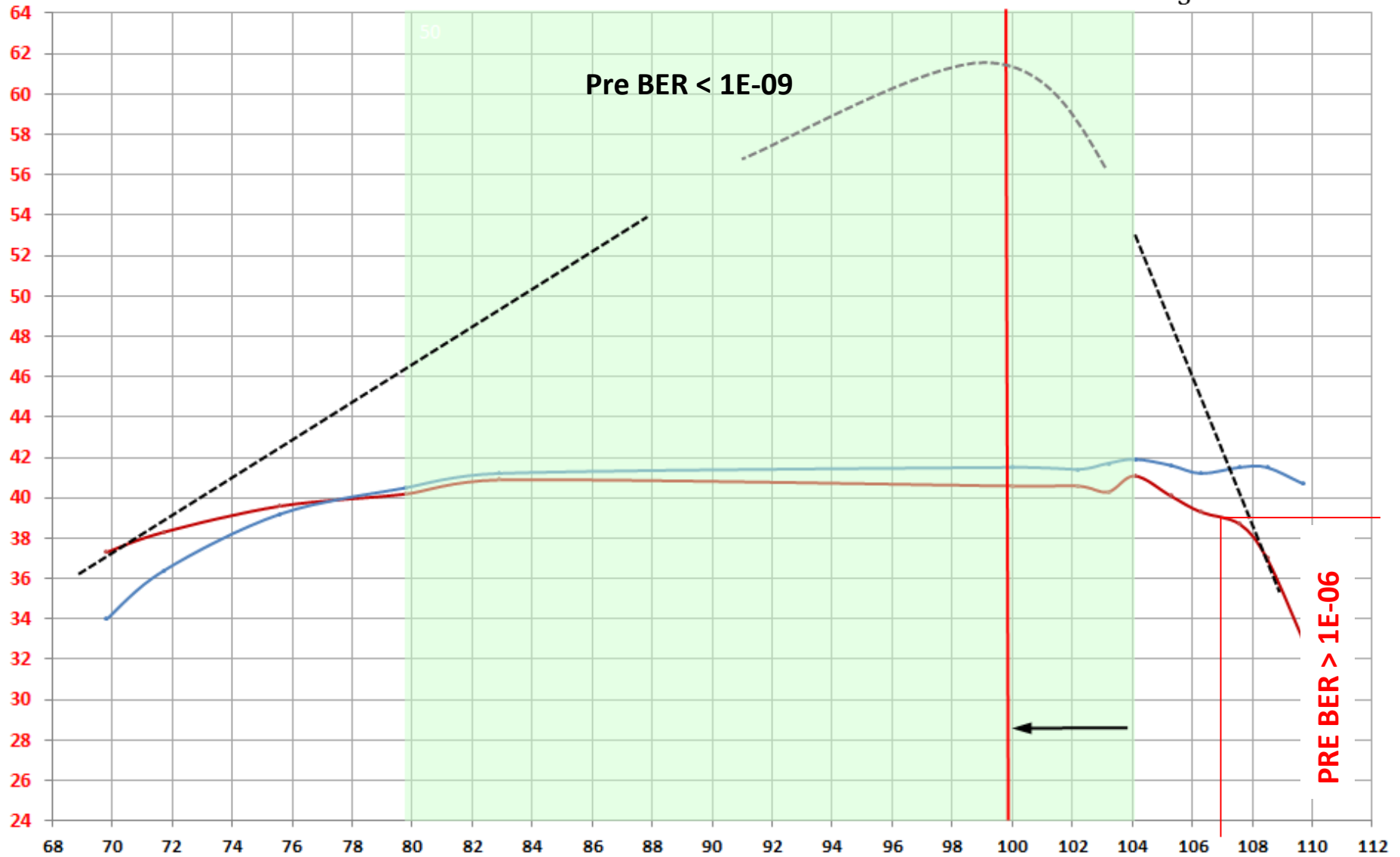
$$\text{korekta} = \frac{2}{3} \text{Tilt}$$



93128-221 & tilt=5dB

— MER_850 — MER_178

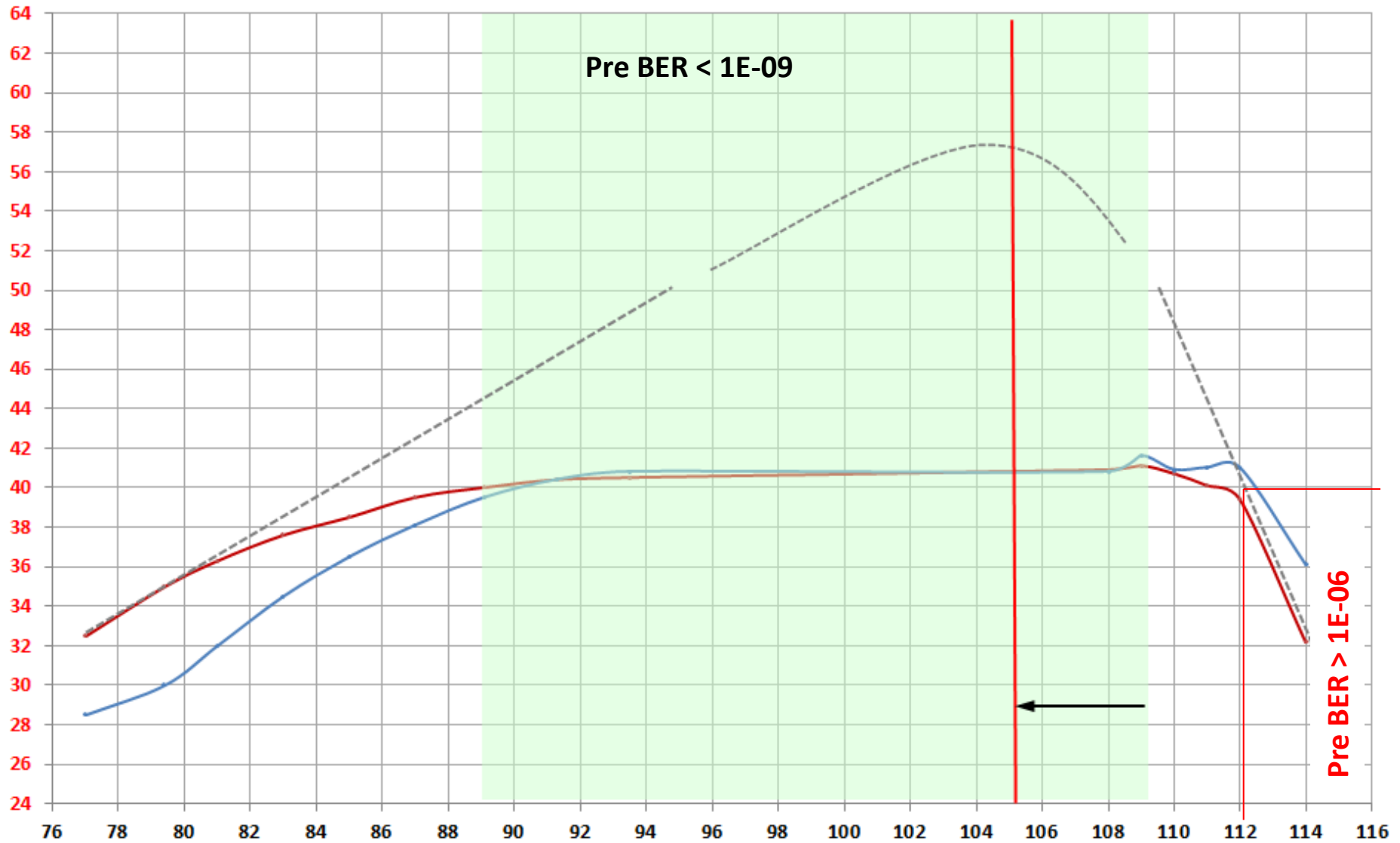
$$korekta = \frac{2}{3} Tilt$$



WHX-929 & tilt=5dB

— MER_850 — MER_178

$$korekta = \frac{2}{3} Tilt$$

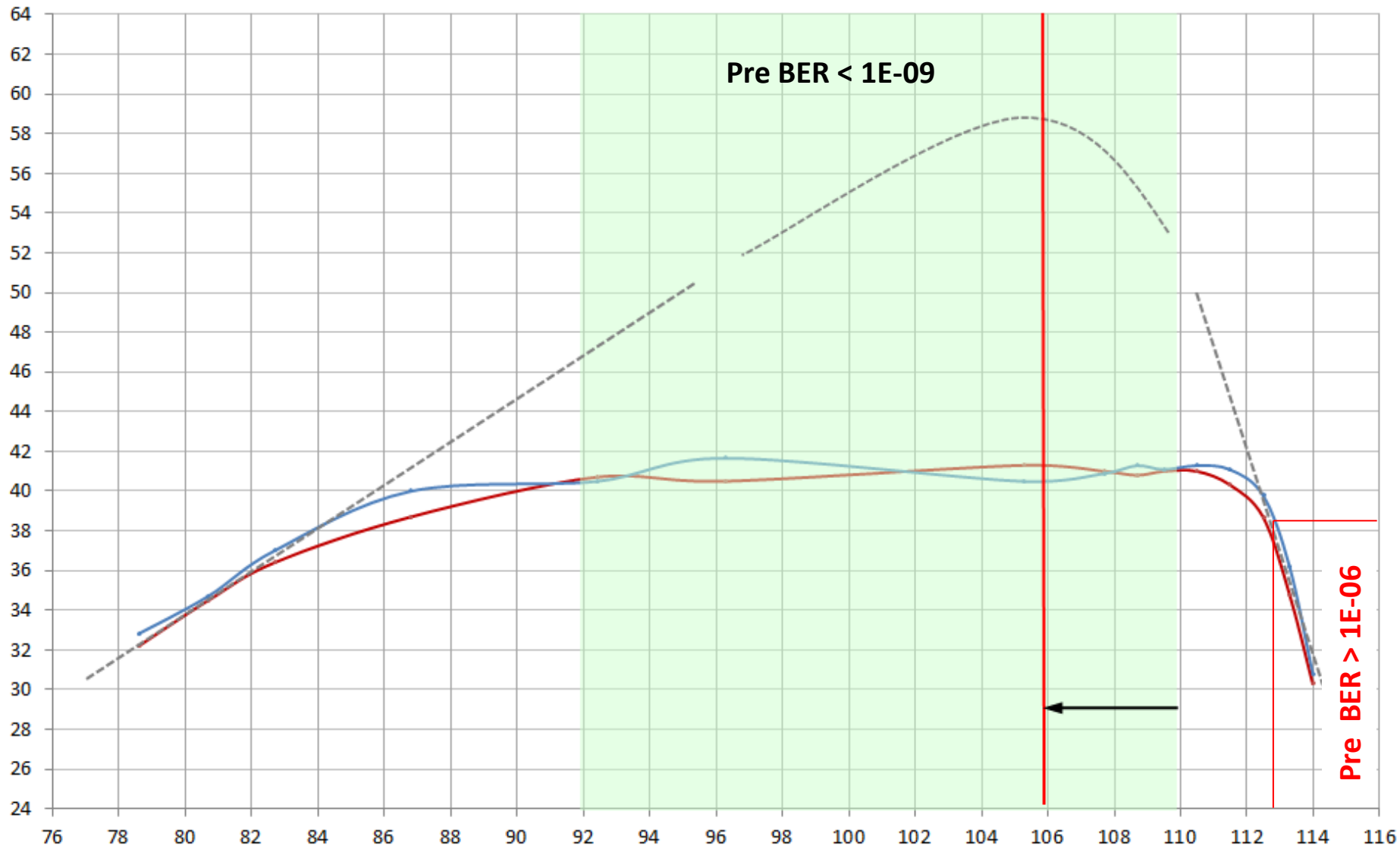


N= 96 x 256-QAM

93198-236 & tilt=5dB (equalizer międzystopniowy)

MER_850 MER_178

$$korekta = \frac{2}{3} Tilt$$



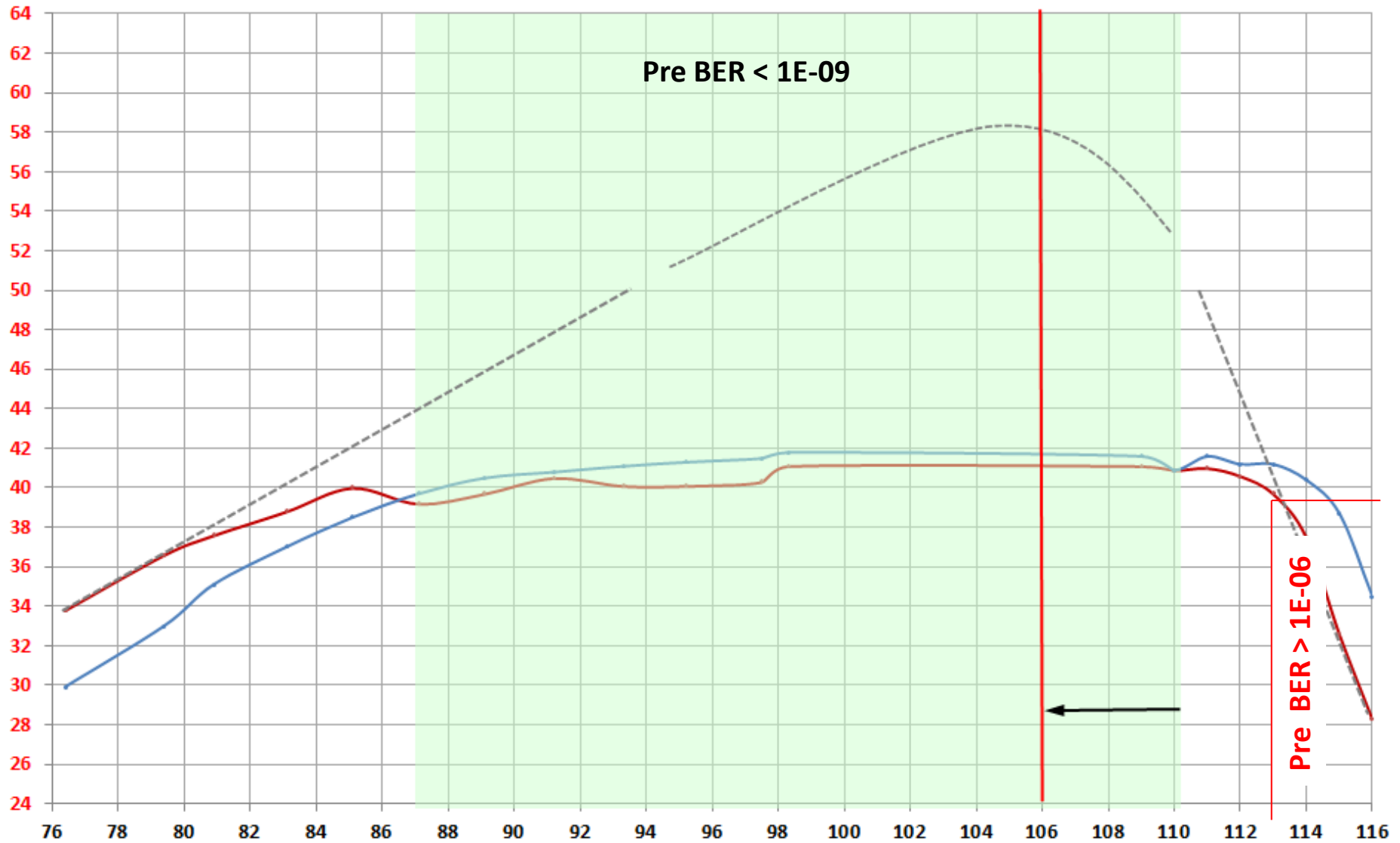
Pre BER > 1E-06

N= 96 x 256-QAM

CX3 & tilt=5dB

MER_850 MER_178

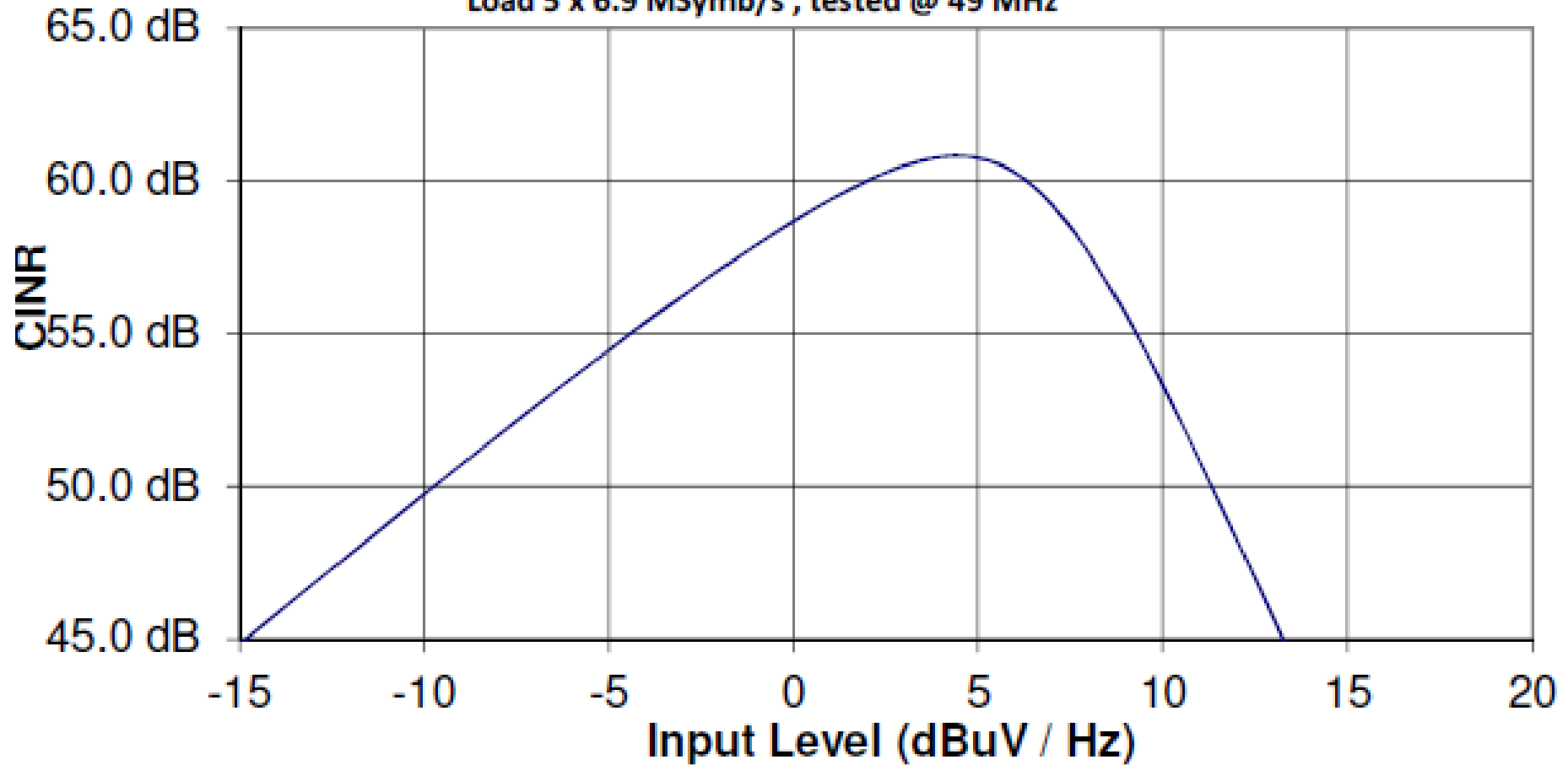
$$\text{korekta} = \frac{2}{3} \text{Tilt}$$



typ		norma	Uwy	Uwe
DASH-120, WMX-922A, WHX-929	$K_u=20$	DIN 45004B	... / 115	95
GHV-35	$K_u=30$	IMD2/IMD3 > 60dB	96 / 117	87
GHV-35	$K_u=24$	IMD2/IMD3 > 60dB	96 / 117	93
SA 93230	$K_u=26$	IMD2/IMD3 > 60dB	110 / 120	94
CXE-280	$K_u=32$	DIN 45004B	... / 119	87
CXE-280	$K_u=22$	DIN 45004B	... / 119	97

NPR**Noise Power Ratio**

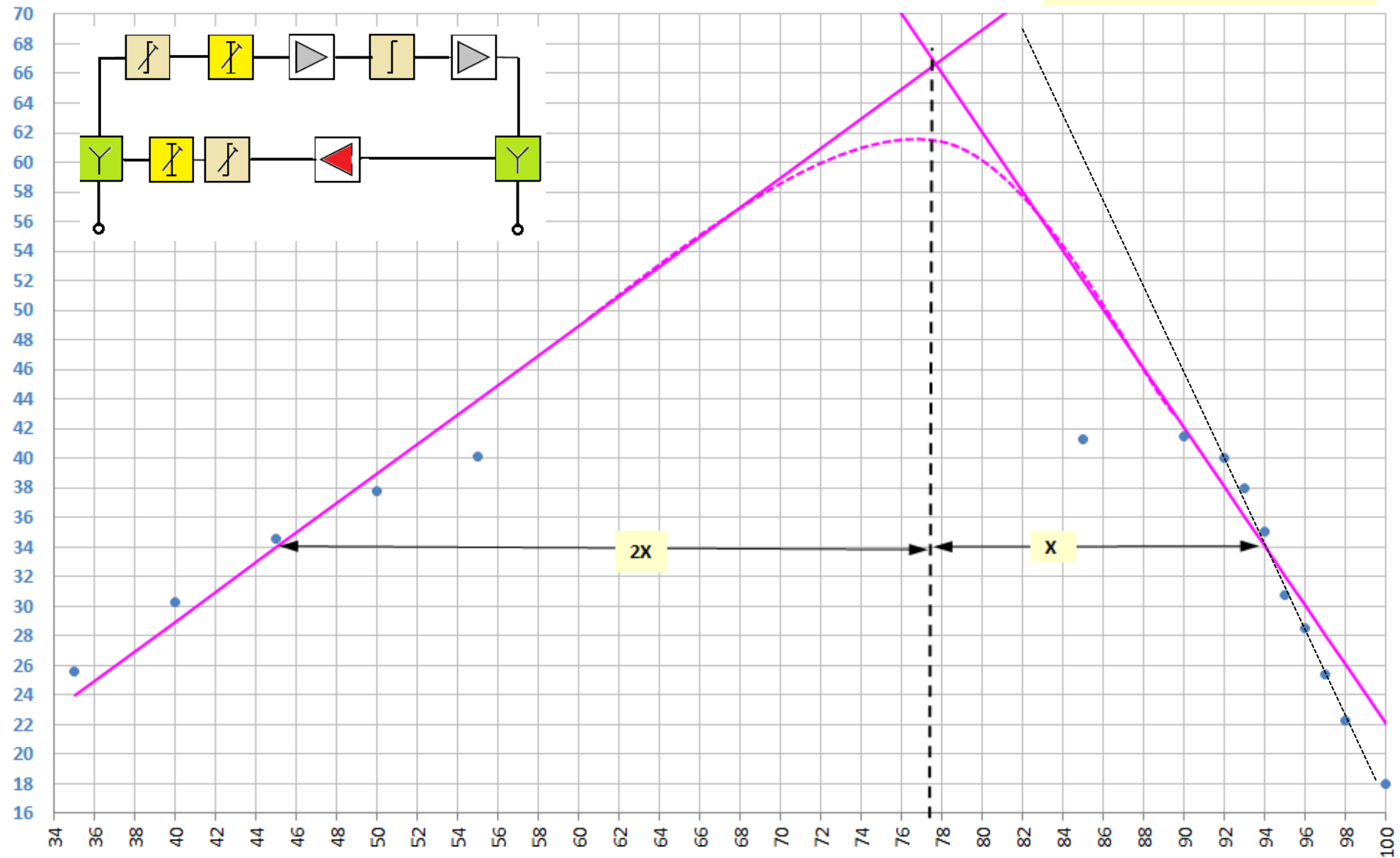
Typical CINR performance in room temperature
Load 5 x 6.9 MSymb/s , tested @ 49 MHz



wzmacniacz Telmor

● DASH-120 — SNR — IMD

SNR & 8x6,4MHz = 51,2MHz

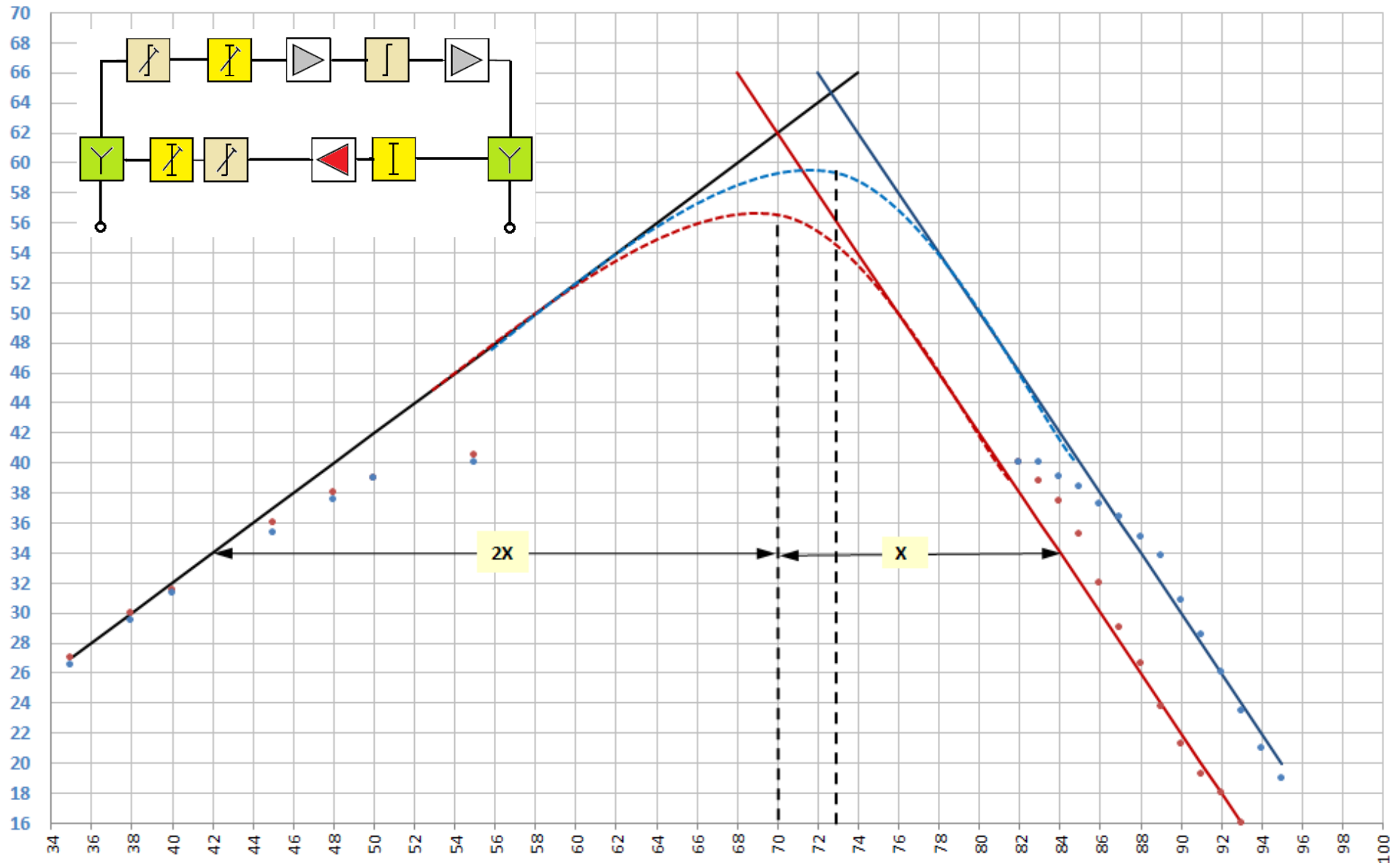


wzmacniacze Triax

GHV-35

— Ku=30 — Ku=24

SNR & 8x6,4MHz = 51,2MHz



wzmacniacze Triax, Telmor

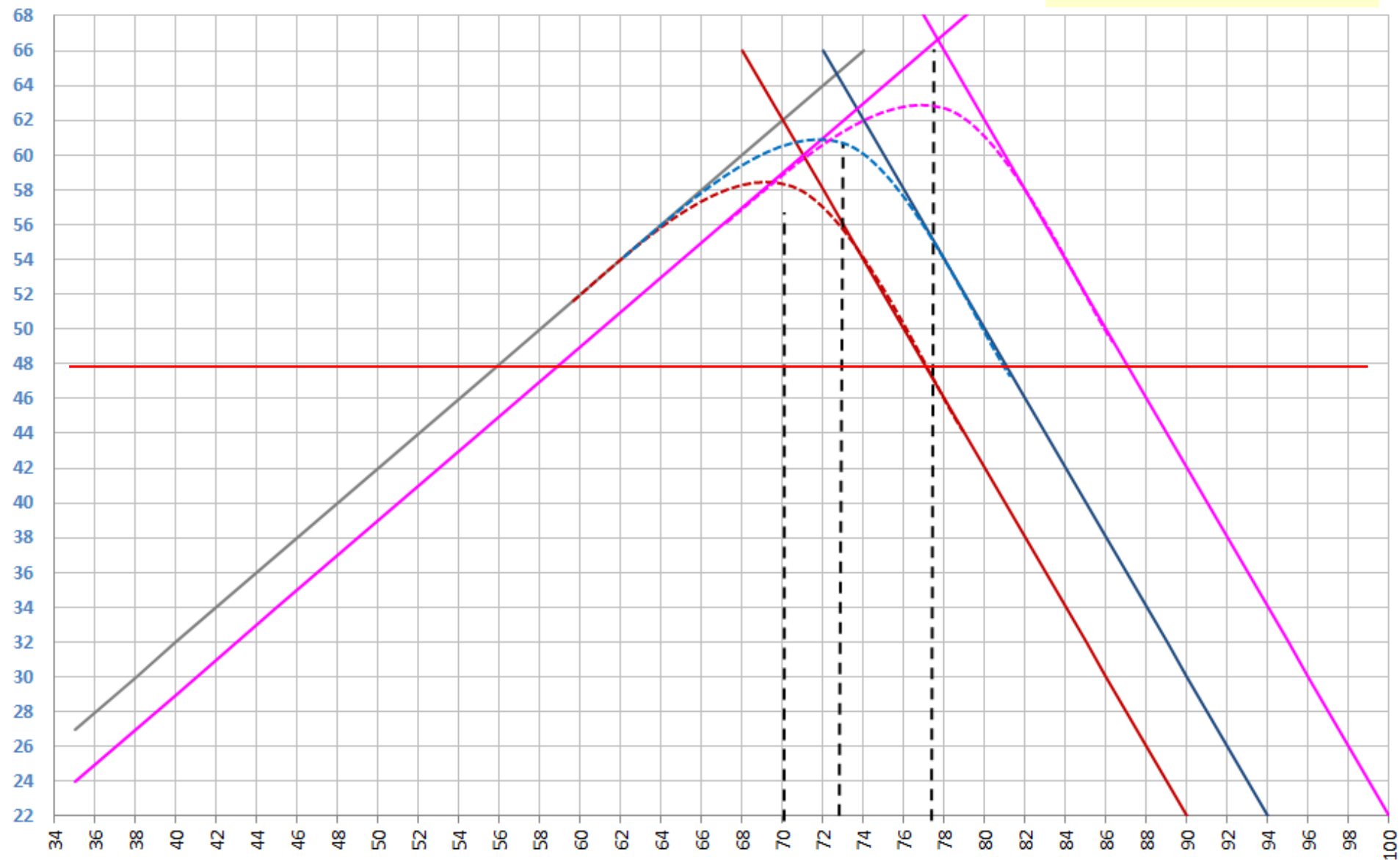
GHV-35

Ku=30

Ku=24

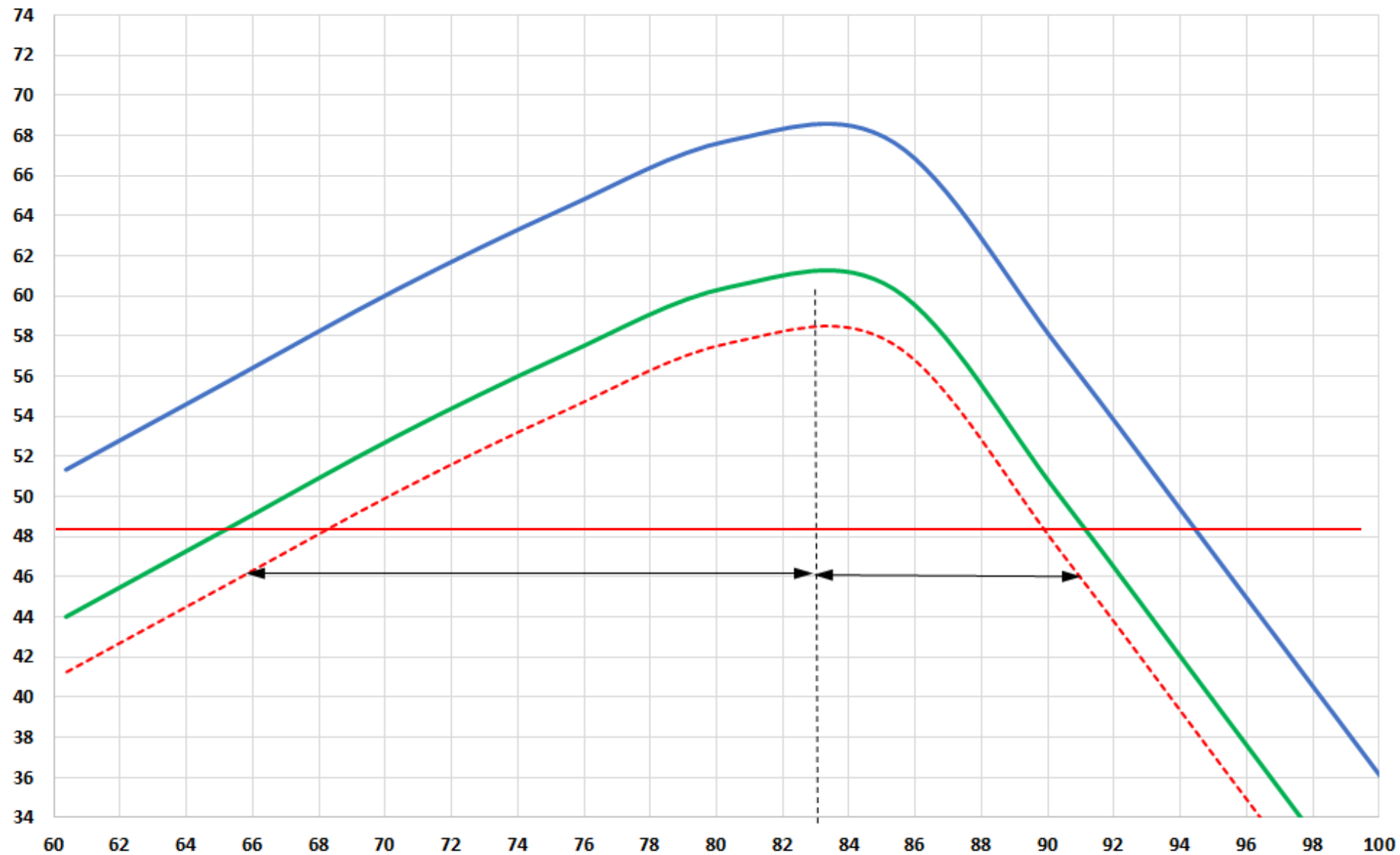
DASH-120

SNR & 8x6,4MHz = 51,2MHz



wzmacniacz AC-3010 Teleste

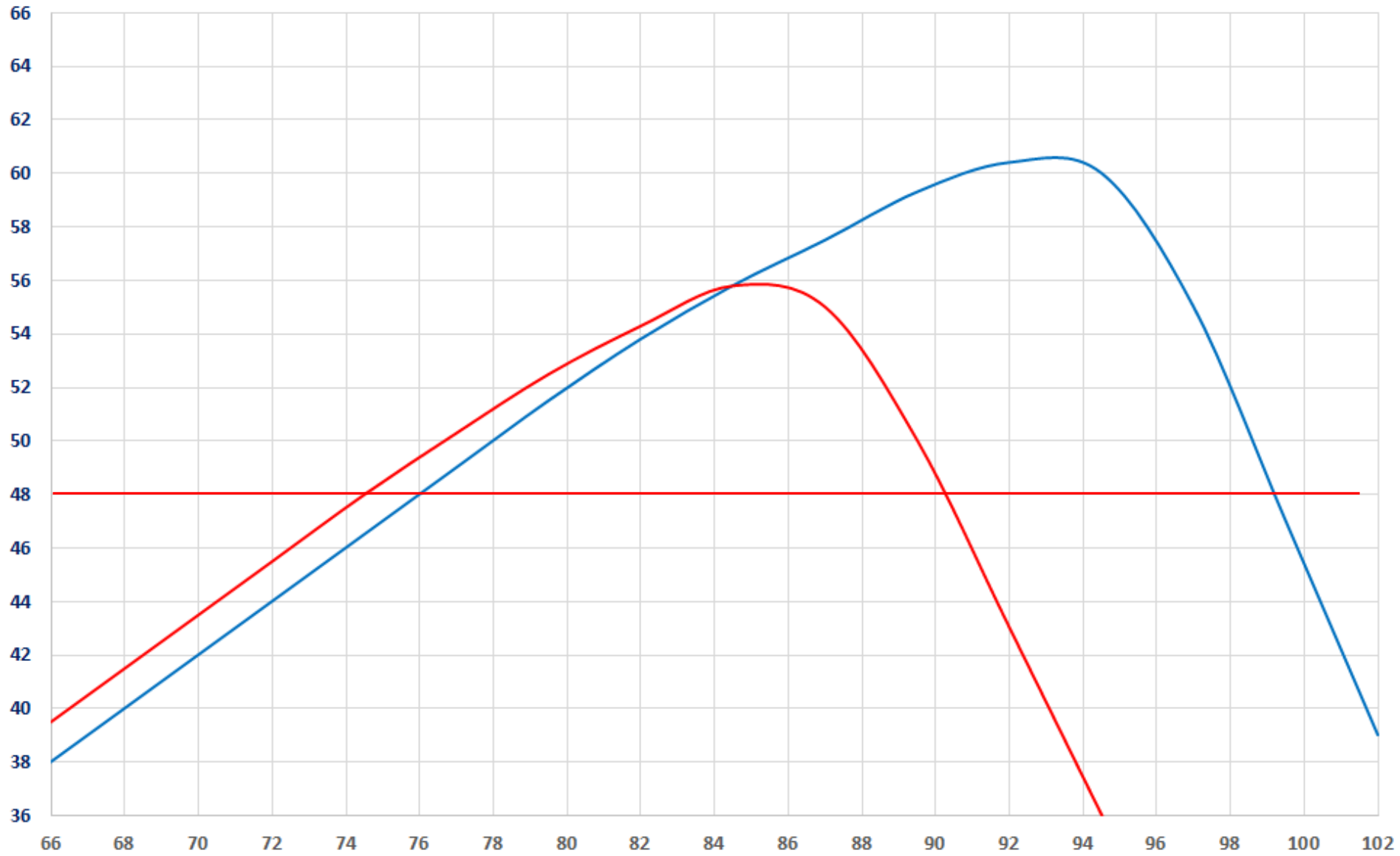
— 6,4 MHz — 34,5 MHz - - - 65 MHz



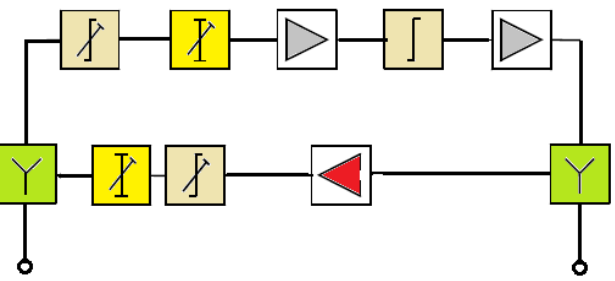
wzmacniacz AC-3010 Teleste

— Kumax-10 — Ku max

$23 \times 6,9 \text{MHz} = 158,7 \text{MHz}$



Uwy = 107dB μ V



< ---- 87dB μ V , max SNR & \approx 78dB μ V
zalecany tłumik kanały zwrotnego na wejściu 6-9dB

maksymalny poziom wyjściowy DIN 45004B 115dB

