



Měření závislosti přenosové rychlosti na vložném útlumu

Úvod

Výrazným činitelem, který upravuje maximální přenosovou rychlost, je vzdálenost mezi dvěma bezdrátově komunikujícími body. Tato vzdálenost je charakterizována útlumem.

Útlum trasy (tj. kolik se ztratí signálu při přenosu vzduchem na určitou vzdálenost) lze teoreticky vypočítat podle vzorce:

$$\text{útlum} = 32.4 + 20 \times \log \text{frekvence (MHz)} + 20 \times \log \text{vzdálenost (km)}.$$

V praxi bude útlum souhlasit s teorií (nebo se k ní alespoň blížit) v případě, že mezi oběma konci trasy (anténami) je přímá optická viditelnost (vůbec žádné překážky), a to nejen v přímce, ale musí být volná (bez překážek) i v tzv. Fresnelově zóně .

Vzdálenost	km	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	3	4
Útlum	dB	-74	-80	-86	-90	-94	-96	-100	-103	-106	-109	-112

Tabulka 1 - Vybrané vzdálenosti pro útlum trasy v pásmu 2,4 GHz

Pro výpočet útlumu lze použít [kalkulátor](#).

Klesne-li úroveň signálu na vstupu přijímače pod určitou hodnotu (neboli vypočtené číslo je menší než to udávané), nedá se již dosáhnout maximální rychlosti přenosu (např. 11Mbit/s), ale jen rychlostí nižších. Při určité úrovni signálu pak je již rychlost nulová.

Citlivosti pro jednotlivé přenosové rychlosti jsou udávány v technických údajích výrobce u každého typu zařízení. Jednotky (dBm), v nichž se citlivost většinou udává, jsou vztaženy právě k výkonu (1mW), aby bylo možné snadno provádět celkový výpočet trasy.



Cíl měření a použitá metodika

Měření mělo za cíl, zjistit maximální reálné přenosové rychlosti vybraných miniPCI karet v RouterBoardech RB600 s RouterOS Mikrotik na frekvenci 5 500 Mhz.

Měření proběhlo v laboratoři katedry elektromagnetického pole na ČVUT v Praze, fakultě elektrotechniky .

Vzdálenost byla simulována pomocí útlumu složeného z pevných atenuátorů minicircuits 30 a 10 dB a proměnných atenuátorů HP. Byly použity 2 propojovací kabely o délkách 0,6 m a 1,2 m s konektory SMA.

Prozařování od miniPCI karet bylo potlačeno pomocí krytí a absorpčních materiálů.

Měření karty CM9

Karta CM9 byla nastavena na pevný vysílací výkon 17 dBm a změny TX/RX rate byly ponechány na řízení systémem Mikrotik.

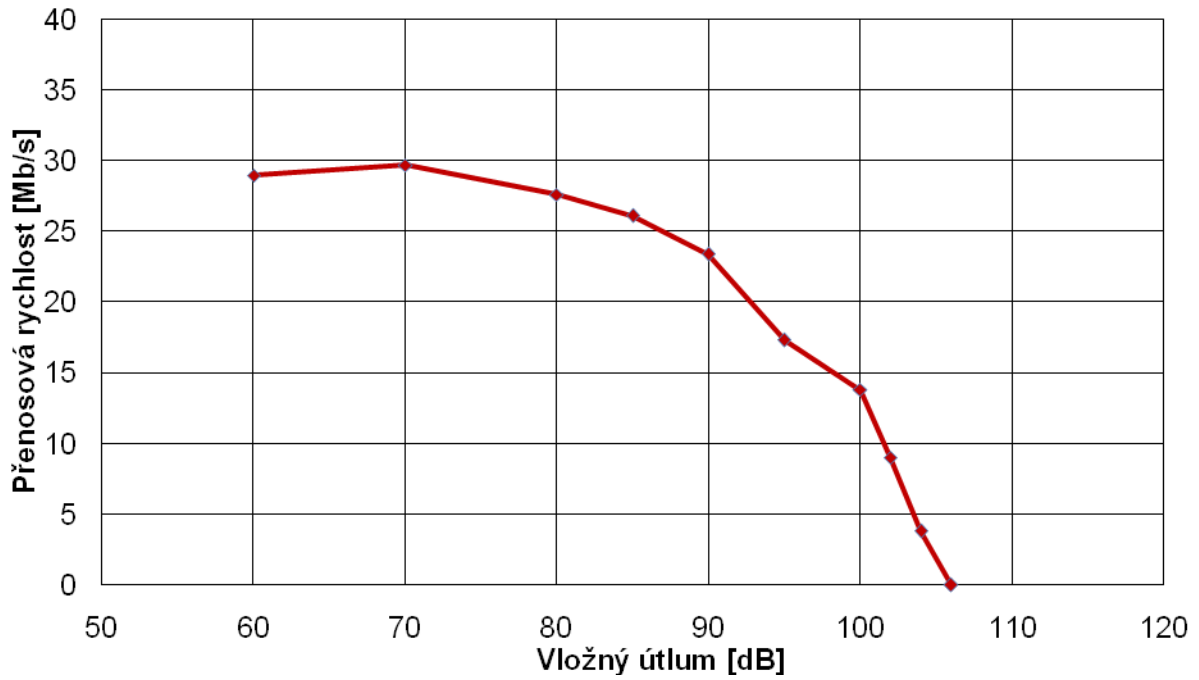
Minimální citlivost karty CM9 je -88 dBm v pásmu 5 GHz

Vložný útlum [dB]	Tx signal strength [dBm]	Rx signal strength [dBm]	Tx/Rx CCQ [%]	Signal to Noise [dB]	přenosová rychlost [Mb/s] Tx/Rx 10s Average
60	-45	-47	100/82	55	29
70	-55	-57	96/85	45	29,7
80	-66	-68	96/84	35	27,6
85	-70	-74	90/87	30	26,1
90	-76	-77	73/67	25	23,4
95	-80	-83	52/71	21	17,3
100	-86	-88	40/61	17	13,8
102	-87	-90	25/53	14	9
104	-90	-91	13/53	12	3,8
106	-90	-93	17/21	11	-

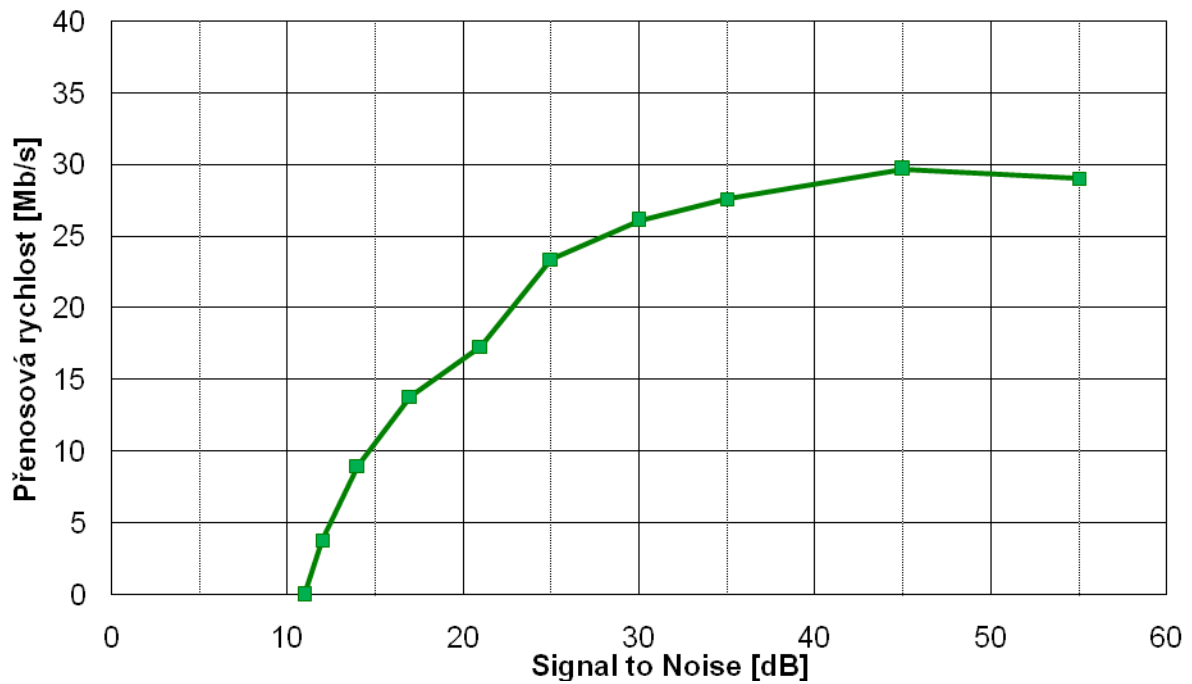
Tabulka 2



Měření přenosové rychlosti - CM9



Měření přenosové rychlosti - CM9

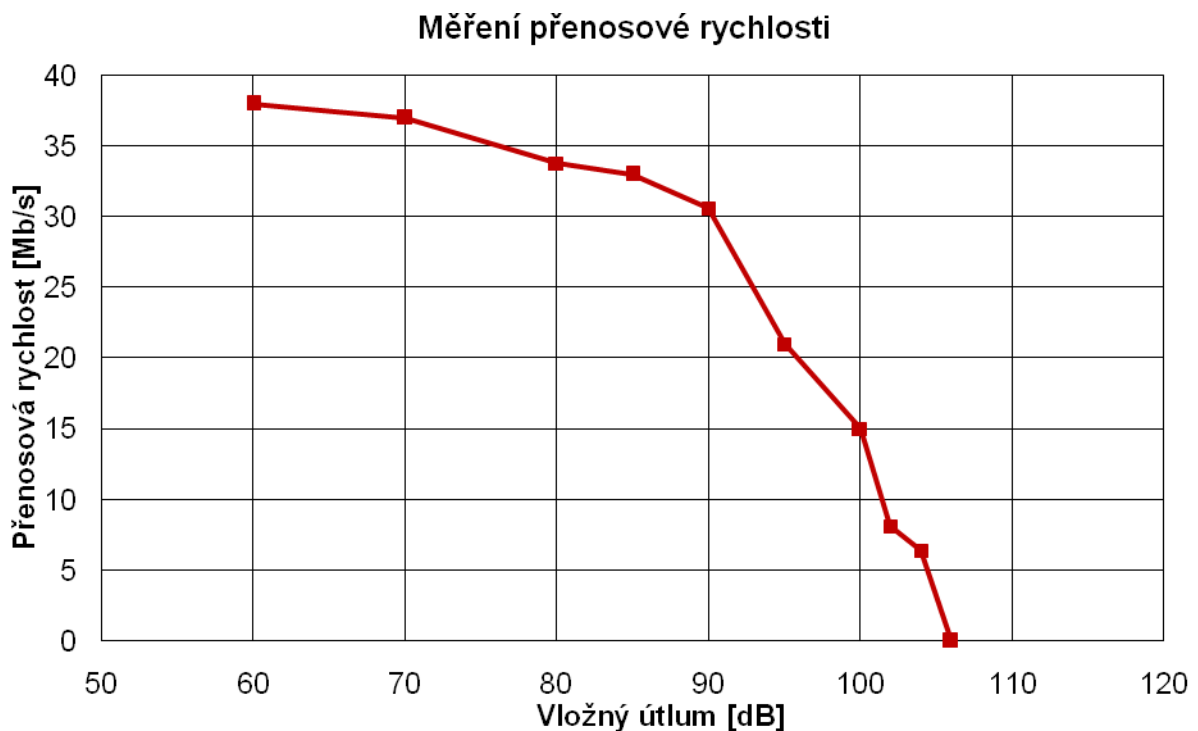


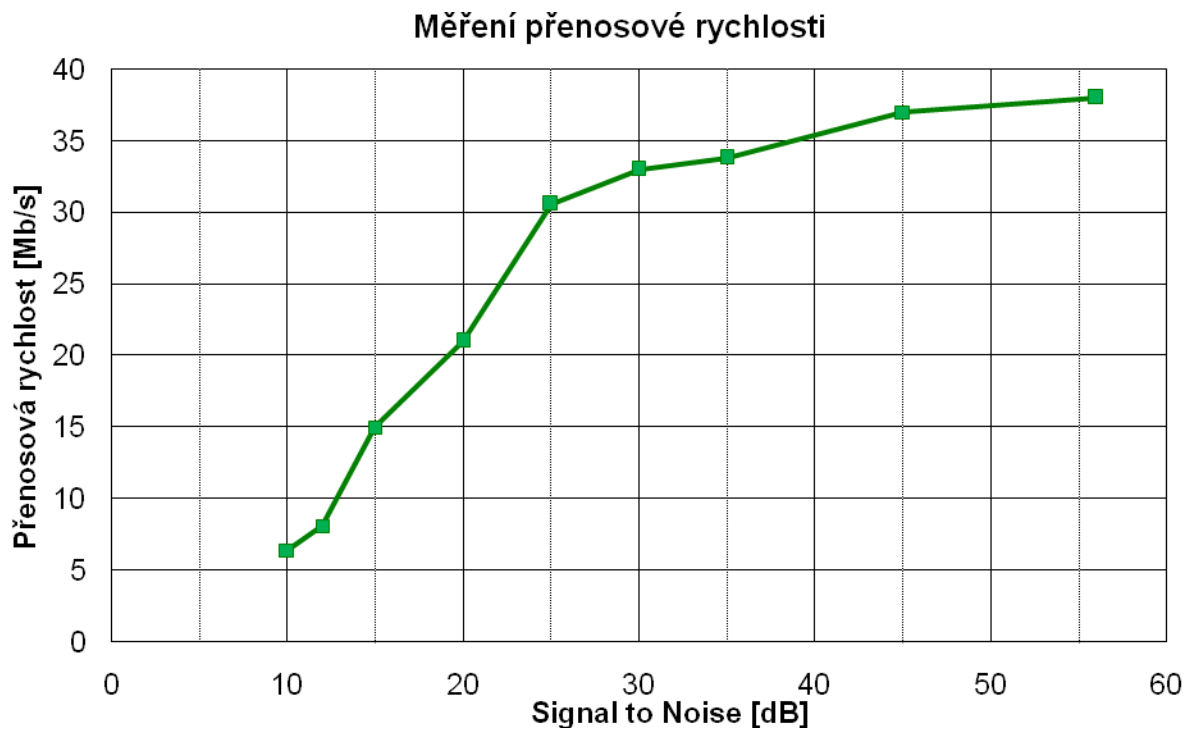
Měření karty CM9 - Nstreme

Výkon karty byl také pevně nastaven na 17 dBm pro všechny rychlosti. Byla zapnuta funkce Nstreme a v Data Rates byly teoretické přenosové rychlosti TX/RX Rate přepínané ručně. Rychlost TX/RX Rate byla snížena v případě výpadku spojení.

Vložný útlum [dB]	Tx signal strength [dBm]	Rx signal strength [dBm]	Tx/Rx Rate [Mb/s]	Tx/Rx CCQ [%]	Signal to Noise [dB]	přenosová rychlost [Mb/s] Tx/Rx 10s Average
60	-45	-48	54 / 54	98 / 100	56	38
70	-56	-58	54 / 54	97 / 100	45	37
80	-66	-69	54 / 54	93 / 100	35	33,8
85	-70	-73	48 / 48	98 / 100	30	33
90	-75	-78	36 / 36	100 / 100	25	30,6
95	-81	-84	24 / 24	100 / 100	20	21
100	-87	-88	18 / 18	100 / 99	15	15
102	-88	-91	9 / 9	100 / 100	12	8,1
104	-90	-93	9 / 9	100 / 85	10	6,4

Tabulka 3





Měření karty XR5

U karty XR5 byl ponechán výkon ve výchozím nastavení karty, a tedy se přizpůsoboval teoretickým rychlostem, jejich hodnoty opět řídil RouterOS Mikrotik.

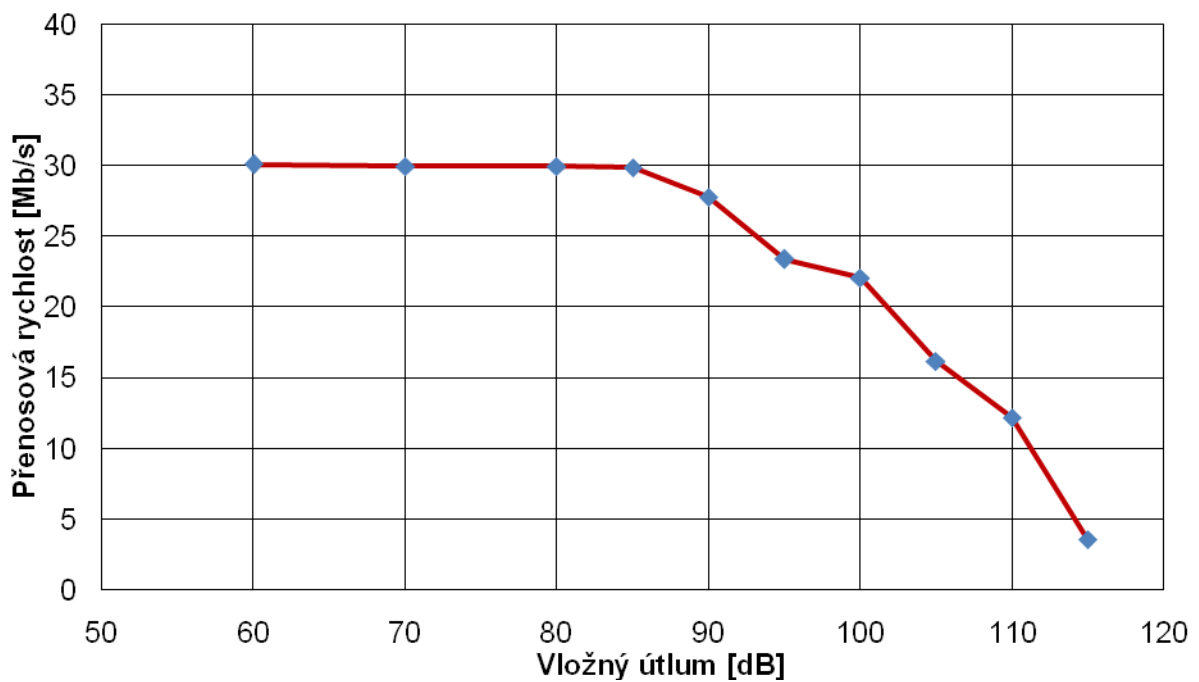
Minimální citlivost karty XR5 je -94 dBm.



vysílaný výkon [dBm]	Vložný útlum [dB]	Tx signal strength [dBm]	Rx signal strength [dBm]	Signal to Noise [dB]	přenosová rychlost [Mb/s] Tx/Rx 10s Average
22	60	-35	-34	59	30,1
22	70	-45	-44	49	30
22	80	-54	-55	38	30
22	85	-61	-61	33	29,9
24	90	-66	-67	28	27,8
26	95	-72	-72	23	23,4
26	100	-78	-77	17	22,1
28	105	-82	-82	16	16,2
28	110	-86	-87	10	12,2
28	115	-93	-91	9	3,6

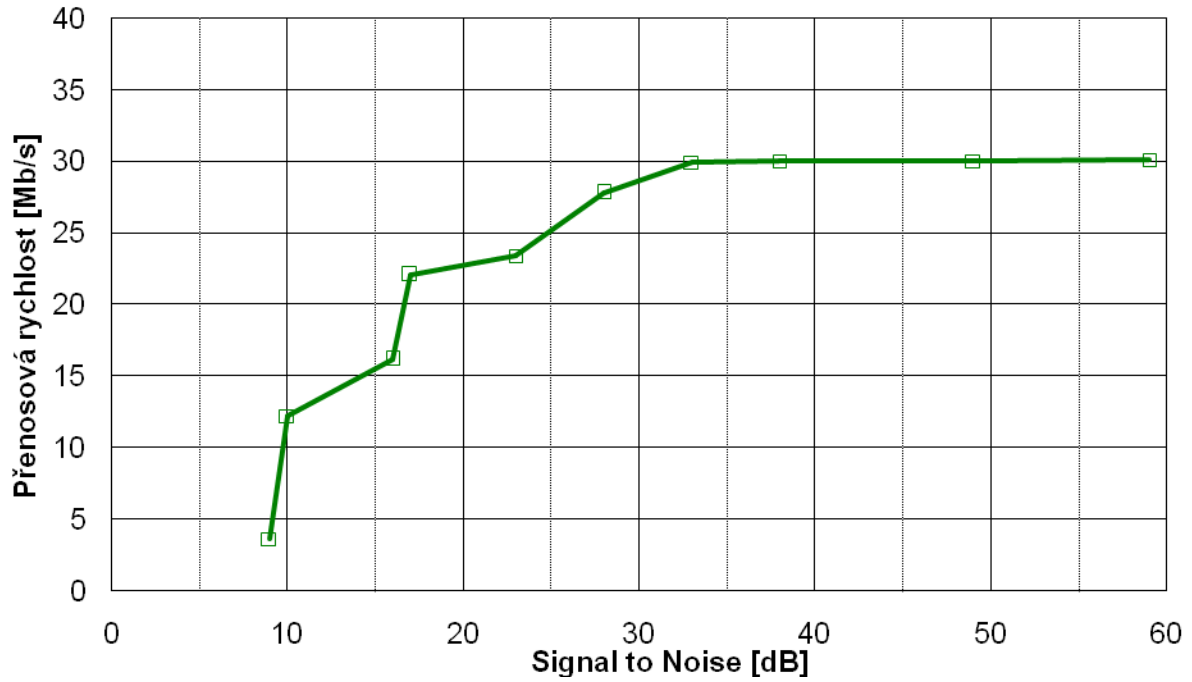
Tabulka 4

Měření přenosové rychlosti XR5

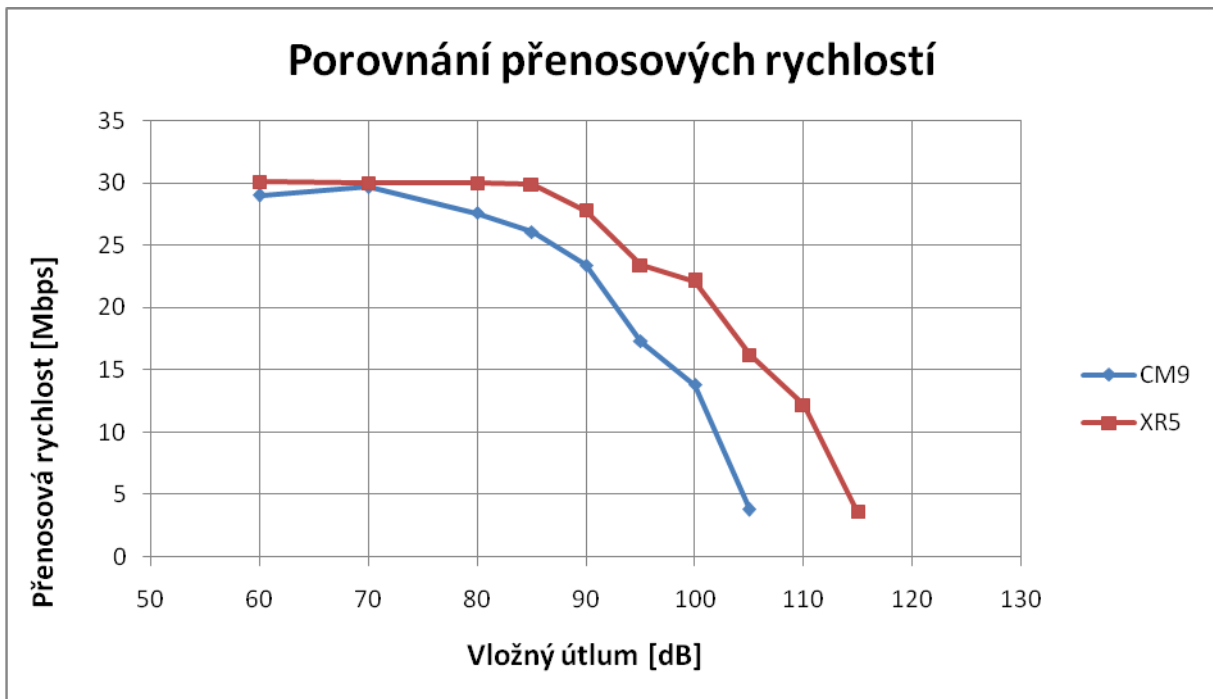




Měření přenosové rychlosti XR5



Porovnání přenosových rychlostí karet CM9 a XR5





Závěr

Pro zjištění reálné přenosové rychlosti lze tato měření využít následovně:

1. Zjištění vzálenosti mezi 2 body
2. Výpočet útlumu pomocí **kalkulátoru** = a
3. Výkon aktivního prvku - 17 = b
4. Zisk antény = c
5. Útlum propojovacího kabelu = d
6. Absolutní hodnota minimální citlivosti - 88 = e (pouze přibližná korekce)
7. $f = a - b - c + d - e$
8. Číslo f porovnat se sloupcem Vložný útlum v tabulce 2 a v něm vyhledat nejbližší vyšší číslo.

Pokud budou na obou stranách shodné prvky, je pravděpodobné, že se spojí na přenosové rychlosti daného řádku. Vliv rušení není zahrnut.

Z měření dále vyplynulo, že pro zajištění kvalitnějšího spoje s vyšší úspěšností, tedy s vyššími hodnotami Tx/Rx CCQ je vhodné nastavit v Data Rates TX/RX rates rychlosti manuálně na nejbližší vyšší hodnotu ještě funkčního spoje.

Funkce Nstreme dokáže pakety přenášet výrazně rychleji, ale pouze na kvalitních spojích. Dále jsou rychlosti se zapnutou funkcí Nstreme srovnatelné s rychlostmi při vypnuté funkci Nstreme.

Kvalita karty XR5 se výrazně projeví na delších spojích, což je dáno vysokými hodnotami výkonu a zejména citlivosti. Lze tak dosáhnout funkčního spoje i při malém odstupě signálu od šumu (Signal to Noise).

Při provozování Wi-Fi sítí nelze opomenout Všeobecné oprávnění VO-R/12/08.2005-34, a tedy limity **max. vyzářeného výkonu.**