

Wi-Fi: Jak si zajistit velké pokrytí, rychlost a silný signál

Kolem Wi-Fi signálu a jeho vysílání i příjmu koluje řada mýtů a uživatelé se pak diví, proč je připojení tak pomalé. Pojďte se s námi podívat do tajů šíření Wi-Fi signálu.

Bezdrátová síť Wi-Fi už je prakticky v každé domácnosti s notebookem či chytrým telefonem – stačí si koupit Wi-Fi router. Pokrýt kvalitně bezdrátovou sítí celý dům tak, aby byl v každém koutě nejen signál, ale také vysoká rychlost připojení, vyžaduje již hlubší technické znalosti. Totéž platí i o venkovních Wi-Fi řešeních. Musíte mít povědomí o všech používaných standardech, o Wi-Fi kanálech ve 2,4GHz i 5GHz pásmu, o anténách, citlivostech zařízení, útlumech a odrazech prostředí a o technologiích, jako je MIMO či Beamforming.



Od zastaralých standardů ruce pryč

Standardů Wi-Fi je celá řada, od prvního 802.11 (bez písmene) až po nejnovější 802.11ac a 802.11ad. Na 802.11 a 802.11b (11 Mb/s) však již můžete zapomenout. Jsou zastaralé, z dnešního pohledu zcela nevyhovující a spousta zařízení už je ani nepodporuje.

O velké rozšíření Wi-Fi se u nás postaral až 802.11g se signálovou rychlostí až 54 Mb/s. Komunikuje pouze ve 2,4GHz pásmu a používá modulaci OFDM nebo starší DSSS kvůli kompatibilitě s 802.11b. Právě tato kompatibilita ale může být zdrojem snížení propustnosti celé sítě, pokud by se v ní ocitlo staré zařízení se standardem 802.11b. Ovšem i standard 802.11g je dnes již zastaralý, a to nejen kvůli nízké rychlosti, ale hlavně proto, že nemá implementovanou podporu šifrování WPA2 – používá starý prolomitelný WEP. Navíc může být jediné zařízení 802.11g důvodem snížení propustnosti celé Wi-Fi sítě postavené na 802.11n.

Fyzické (synchronizační) versus reálné (TCP) rychlosti:

Standard	MIMO	Synchronizační rychlost (20 MHz)	Synchronizační rychlost (40 MHz)	Rychlost TCP (20 MHz)	Rychlost TCP (40 MHz)
802.11	ne	2 Mb/s	nepodporuje	0,8 Mb/s	nepodporuje
802.11b	ne	11 Mb/s	nepodporuje	4,4 Mb/s	nepodporuje
802.11g	ne	54 Mb/s	nepodporuje	21,6 Mb/s	nepodporuje
802.11a	ne	54 Mb/s	nepodporuje	21,6 Mb/s	nepodporuje
802.11n	1T1R	75 Mb/s	150 Mb/s	30 Mb/s	60 Mb/s
802.11n	2T2R	150 Mb/s	300 Mb/s	60 Mb/s	120 Mb/s
802.11n	3T3R	225 Mb/s	450 Mb/s	90 Mb/s	180 Mb/s
802.11n	4T4R	300 Mb/s	600 Mb/s	120 Mb/s	240 Mb/s
Standard	MIMO	Synchronizační rychlost (80 MHz)	Synchronizační rychlost (160 MHz)	Rychlost TCP (80 MHz)	Rychlost TCP (160 MHz)
802.11ac	1T1R	433 Mb/s	866 Mb/s	173 Mb/s	346 Mb/s
802.11ac	2T2R	866 Mb/s	1 732 Mb/s	346 Mb/s	693 Mb/s
802.11ac	4T4R	1 732 Mb/s	3 464 Mb/s	693 Mb/s	1 385 Mb/s
802.11ac	8T8R	3 464 Mb/s	6 928 Mb/s	1 385 Mb/s	2 771 Mb/s

Z důvodu omezeného frekvenčního pásma na 2,4 GHz vznikl ještě standard 802.11a, který je totožný s 802.11g, komunikace však probíhá v 5GHz pásmu. Ten již používá striktně modulaci OFDM a má větší vyzařovací výkon, proto se používal na velké vzdálenosti. I 802.11a už je ale zastaralým standardem kvůli nízké maximální rychlosti 54 Mb/s, stejně jako u 802.11g.

Vyžadujte plný 802.11n s MIMO

Zcela nejrozšířenějším je dnes standard 802.11n, který může komunikovat v obou pásmech (2,4 i 5 GHz). Úpravou fyzické a linkové vrstvy a zavedením technologie MIMO (vícecestné šíření signálu) přináší reálnou rychlost i více než 100 Mb/s. Existují však routery a i mnohé notebooky pouze s jedinou anténou (1T1R – jedna anténa u vysílače, jedna u přijímače), takže nemohou využít technologii MIMO, čímž teoretická rychlost klesá na 150 Mb/s (reálně 5–6 MB/s). Tento odlehčený standard mívá přezdívku 802.11n-lite či N150 a doporučuji vám se mu vyhnout. Dosáhnout fyzické rychlosti 150 Mb/s totiž patří v zarušeném pásmu 2,4 GHz většinou do říše sci-fi, jelikož jde o hodnotu při šířce kanálu 40 MHz. Často dostanete z takového Wi-Fi routeru jen šířku kanálu 20 MHz a fyzická rychlost klesne na 72 Mb/s (reálně 2–3 MB/s).

Technologie MIMO přináší výrazné zvýšení rychlosti díky tomu, že je vysíláno více signálů vícero anténami a na straně přijímače také více anténami přijímáno. Antény musí být natočeny různě, aby šly signály jinými cestami a navzájem se nerušily. V cíli se poskládají dohromady a data jsou přenášena s výslednou až 2× (2T2R), 3× (3T3R) či 4× (4T4R) vyšší rychlostí oproti n-lite. Problémem ale samozřejmě je obsazení dalších kanálů.

Velký pozor na kanály

Ve 2,4GHz pásmu je v Evropě k dispozici celkem třináct kanálů, a to od frekvence 2,401 do 2,483 GHz, což znamená, že je k dispozici celková šířka pásma pouze 82 MHz. Kanály se navzájem překrývají, takže je výsledkem, že existují ve skutečnosti pouze tři nepřekrývající se kanály (pro šířku pásma 20 MHz) – 1, 6 a 11 (2,401 až 2,423 GHz; 2,426 až 2,448 GHz a 2,451 až 2,473 GHz). Ve 2,4GHz pásmu tak mohou fungovat maximálně tři N150 Wi-Fi routery, aniž by se navzájem rušily, všechny ovšem pouze s 20MHz šířkou pásma, tedy fyzickou rychlostí 72 Mb/s. Pokud byste chtěli šířku pásma 40 MHz (fyzická rychlost 150 Mb/s), můžete použít jen kanály 1 a 9 v případě použití dvou routerů vedle sebe, a i přesto se budou pásma mírně překrývat.

Ve 2,4GHz pásmu existují pouze tři 20MHz kanály, které se navzájem nepřekrývají, a tím i neruší. V 5GHz je jich devatenáct

Vzájemné mírné překrývání kanálů s šířkou 40 MHz je důvodem, proč ani v ideálním případě, kdy ve 2,4GHz pásmu není žádné rušení, v něm nikdy nedosáhnete plné fyzické rychlosti 300 Mb/s. Dva streamy vysílané dvěma anténami se budou navzájem mírně rušit. Proto je N300 plně využito až v 5GHz pásmu, kde je k dispozici mnohem větší šířka pásma. Přesto má N300 s šířkou pásma 20 MHz pro 2,4GHz pásmo mnohem větší smysl než N150 s šířkou pásma 40 MHz. Důvodem je právě silné rušení (Bluetooth, bezdrátové adaptéry, vše běžící na 2,4 GHz) a jiné Wi-Fi sítě. Zatímco dva 20MHz streamy není problém přenést (fyzická rychlost 150 Mb/s), jeden 40MHz bývá problémem. Pokud tedy chcete rychlou Wi-Fi, vyhněte se nejen jednostreamovým Wi-Fi routerům, ale také Wi-Fi kartám v noteboocích, telefonech a jiných zařízeních.

Frekvenční rozsahy kanálů ve 2,4GHz pásmu (2 401 až 2 483 MHz):

Pouze tři nepřesahující se 20MHz kanály (1, 6 a 11), celková šířka pásma jen 82 MHz

Kanál	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Začátek	2 401	2 404	2 411	2 416	2 421	2 426	2 431	2 436	2 441	2 446	2 451	2 456	2 461
	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz
Konec	2 423	2 428	2 433	2 438	2 443	2 448	2 453	2 458	2 463	2 468	2 473	2 478	2 483
	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz

Frekvenční rozsahy kanálů v 5GHz pásmu (5 180 až 5 700 MHz):

Devatenáct nepřesahujících 20MHz kanálů, celková šířka pásma 520 MHz

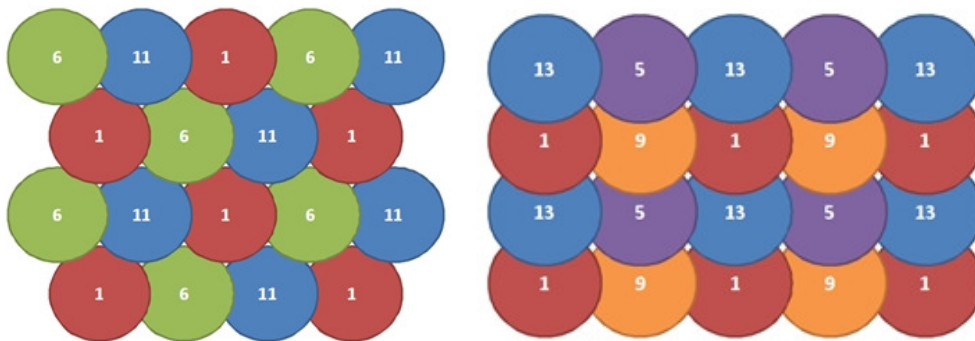
Kanál	36	40	44	48	52	56	60	64	100	104	108	112	116
Frekvence	5 180	5 200	5 220	5 240	5 260	5 280	5 300	5 320	5 500	5 520	5 540	5 560	5 580
	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz
Kanál	120	124	128	132	136	140							
Frekvence	5 600	5 620	5 640	5 660	5 680	5 700							
	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz							

Zatímco u pásma 2,4 GHz je frekvenční rozsah pouhých 82 MHz, u 5GHz činí vysokých 520 MHz (od 5,18 do 5,70 GHz). K dispozici je zde celkem devatenáct kanálů s šířkou 20 MHz, které se již navzájem nepřekrývají. Tento fakt je společně s minimálním rušením ostatními zařízeními má za následek skutečně vysokorychlostní přenos dat.

U 5GHz sítě však nastává problém s menším dosahem signálu, kterému dělají překážky větší problém než u 2,4GHz sítě. Při šířce kanálu 40 MHz může v 5GHz pásmu komunikovat souběžně devět zařízení, aniž by se navzájem rušily. Výsledkem jsou celkem čtyři při MIMO 2T2R (N300) nebo tři při MIMO 3T3R (N450). U nového standardu 802.11ac je však již šířka kanálu 80 MHz (fyzická rychlost 433 Mb/s pro jeden stream), takže u třech streamů (3T3R) obsadíte téměř polovinu 5GHz pásma. Vzájemně se nerušící Wi-Fi 802.11ac routery s fyzickou rychlostí 1 300 Mb/s tak mohou být vedle sebe jen dva. V budoucnu je tedy lze očekávat, že i 5GHz pásmo bude hodně obsazené. Zvyšují se totiž nejen požadavky na rychlost, ale také počet uživatelů, kteří Wi-Fi používají.

Jak rozšířit pokrytí

Metod, jak rozšířit pokrytí Wi-Fi sítě, je hned několik. Tím nejjednodušším je vložit do sítě tzv. Wi-Fi universal repeater (univerzální opakovač). Ten neudělá nic jiného, než že přijme Wi-Fi signál a na stejném kanálu jej pošle dál. Musí na stejném, jelikož nemá dvě rádiová rozhraní. Výsledkem je přibližně poloviční rychlost za tímto opakovačem, nehledě k tomu, že musíte opakovač umístit samozřejmě tam, kde je silný signál ze zdroje, jinak bude rychlost ještě mnohem nižší.



Pro pokrytí většího prostoru Wi-Fi routery v pásmu 2,4 GHz musíte střídat nejlépe tři nepřekrývající se kanály 1, 6 a 11 nebo pouze mírně se překrývající 1, 5, 9 a 13

Další možností je systém WDS (Wireless Distribution System). Po rozmístění Wi-Fi routerů je složitě bezdrátově propojíte, ovšem opět bude za každým průchozím routerem degradována rychlost na polovinu, vše se děje na stejném kanále. Jediným rozumným bezdrátovým řešením WDS je použít pro pátevní síť 5GHz pásmo, opět ale narazíte na problém, že musíte použít hodně síťových prvků (routery musí být v místech silného signálu těch předchozích). Stejně jako repeater se tak WDS hodí spíše na dokrytí prostoru.

Skutečným plnohodnotným Wi-Fi systémem, který pokryje i velkou budovu s více patry vysokorychlostní bezdrátovou sítí, je vzájemné propojení Wi-Fi AP či routerů kabelem nebo jiným typem sítě (např. powerline). V případě budování takové sítě si ale musíte dát pozor, aby se navzájem Wi-Fi routery nerušily a dát každý na jiný kanál – nejlépe střídat kanály 1, 6 a 11 u 2,4 GHz sítě a šíře kanálu 20 MHz. Pokud to prostředí neumožňuje, lze střídat kanály 1, 5, 9 a 13, jsou s minimálními přesahy.

reklama

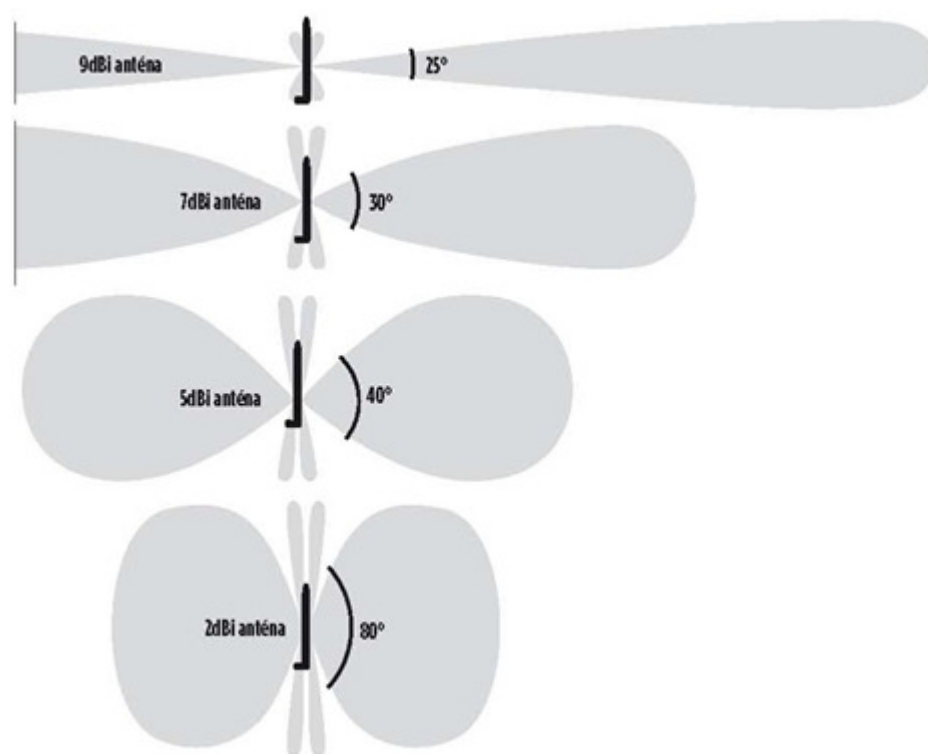
Wi-Fi: Jak si zajistit velké pokrytí, rychlost a silný signál

Kolem Wi-Fi signálu a jeho vysílání i příjmu koluje řada mýtů a uživatelé se pak diví, proč je připojení tak pomalé. Pojďte se s námi podívat do tajů šíření Wi-Fi signálu.

Není anténa jako anténa

Wi-Fi antén je více druhů a každá se hodí na specifické použití. Základními třemi druhy jsou všesměrové (omni-directional), sektorové (semi-directional) a úzce směrové (highly-directional). Všeměrové můžete potkat na Wi-Fi routerech v různých velikostech, a tedy s různým ziskem udávaným v decibelech v porovnání s izotropní anténou (dBi).

Ačkoliv se může zdát, že čím větší anténa a její zisk, tím lepší, není tomu vždy pravda. S vyšším ziskem antény se totiž nezvyšuje oblast pokrytí, ale jeho dosah. Vysílání z všesměrové Wi-Fi antény si můžete přestavit jako „koblíhu“ kolmou k anténě, kde je její průměr, a tedy dosah signálu, přímo úměrný zisku antény. Se zvyšujícím se průměrem ale klesá tloušťka této „koblíhy“. To znamená, že s anténou s větším ziskem (např. 7 dBi) skvěle pokryjete přízemí, ale v dalším patře nebude signál. Nebo bude, ale jen velmi slabý – pocházející z tzv. postranních laloků.



Všeměrová anténa s větším ziskem neznamená větší pokrytí, ale delší dosah v kolmém směru na anténu

Záleží tedy hodně i na natočení antény a u vícedecibellových toho jde nevhodným nasměrováním více pokazit. Pokud máte dvě antény a chcete pokrýt jen přízemí, jen mírně je od sebe nahněte (pro zajištění více odrazů pro MIMO). Pokud chcete pokrýt i horní či dolní patro, měly by vůči sobě svírat úhel 45° , každá tedy bude nahnutá o $22,5^\circ$ na stranu. Ani tak ale nebude pokrytí ostatních pater vůbec ideální a lepší volbou jsou ménědecibelové (např. 2 dBi) antény, které mají širší úhel vysílání. Lze samozřejmě dát jednu anténu kolmo a druhou přímo, jak v patře, tak v přízemí ale nastane razantní snížení rychlosti z důvodu nefunkčnosti MIMO na většině míst. Pro fungující MIMO se musí na cílové místo dostat signály z obou antén. U 2dBi antény čkejte horizontální úhel 80° , u 3dBi se úhel zúží na 40° , u 7dBi na 30° a u 9dBi na 25° . Ovšem 9dBi anténa má 4–5× větší dosah než 2dBi.

Deformace a ztráta signálu

Při navrhování Wi-Fi sítě, natočení antén a rozmístění Wi-Fi routerů musíte také brát v úvahu povahu prostředí, ve kterém bude signál šířen. Jde hlavně o materiály, ze kterých jsou složeny zdi a stropy či jiné elementy ve vnitřních prostorách, které by mohly ovlivnit šíření signálu. Venku jde zase o stromy, další domy, ale i oblačnost či mlhy.

Rádiový signál podléhá prostředí stejně jako světlo. Může být zcela odražen (hladké neabsorbující povrchy), čímž je zcela změněn jeho směr. Nebo může být lomen, kdy je část signálu odražena a část projde materiálem dále, ale pod jiným úhlem. Dále může dojít k difrakci vln, které jsou deformovány, resp. ohnuty například předmětem v místnosti nebo budovou. Na nerovných površích se spoustou hran pak může dojít k odražení signálu do více směrů, a tím k jeho rozptýlení. A nakonec může signál narazit na takový materiál, který jej může zcela absorbovat a neefektivně přeměnit na teplo.

Pokud si chcete udělat obrázek o tom, jak je na tom vaše Wi-Fi síť, musíte mít prvně obrázek o vztahu mezi jednotkami miliwatt (mW) a decibel nad miliwattem (dBm). Jednotka dBm reprezentuje měřitelnou sílu signálu – citlivost, kde je m zkratka pro miliwatty. Vysílací výkon se pak výhradně udává v miliwattech. Decibely vyjadřují vztah k jednomu miliwattu výkonu, 0 dBm je tedy 1 mW, 10 dBm bude 10 mW, ale 13 dBm už je 20 mW. Každý další nárůst o 3 dBm znamená dvojnásobnou hodnotu v miliwattech. Pro 2,4 GHz pásmo je v Evropě povolen vysílací výkon 100 mW, například v USA je to ale 300 mW. U 5GHz pásma je to složitější, je povoleno 30 až 1 000 mW v závislosti na frekvenci.

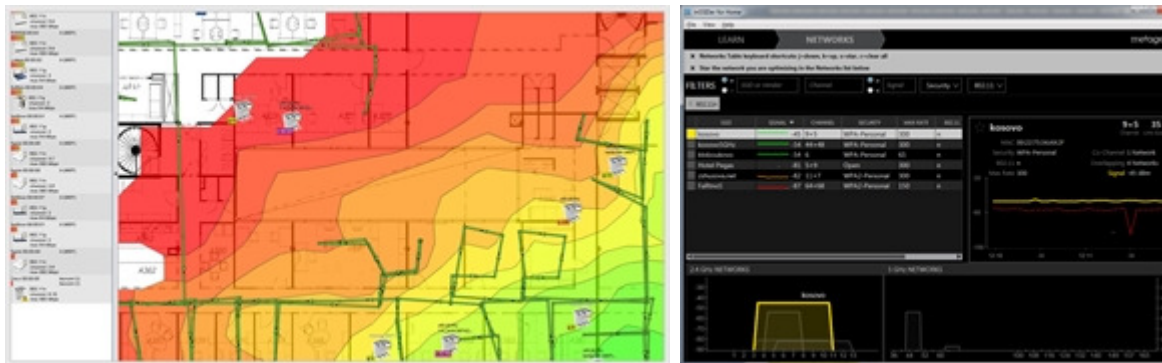
Minimální citlivosti přijímačů Wi-Fi:

802.11b – 20 MHz		802.11a – 20 MHz		802.11g – 20 MHz	
minimální citlivost	fyzická rychlost	minimální citlivost	fyzická rychlost	minimální citlivost	fyzická rychlost
-85 dBm	11 Mb/s	-74 dBm	54 Mb/s	-74 dBm	54 Mb/s
-88 dBm	5,5 Mb/s	-82 dBm	36 Mb/s	-82 dBm	36 Mb/s
-89 dBm	2 Mb/s	-91 dBm	12 Mb/s	-91 dBm	12 Mb/s
-92 dBm	1 Mb/s	-92 dBm	6 Mb/s	-92 dBm	6 Mb/s
802.11n		802.11n – 20 MHz		802.11n – 40 MHz	
kódování	rychlost kódování	minimální citlivost	fyzická rychlost	minimální citlivost	fyzická rychlost
64-QAM	5/6	-64	72,2 Mb/s	-61	150,0 Mb/s
64-QAM	3/4	-65	65,0 Mb/s	-62	135,0 Mb/s
64-QAM	2/3	-66	57,7 Mb/s	-63	120,0 Mb/s
16-QAM	3/4	-70	43,3 Mb/s	-67	90,0 Mb/s
16-QAM	1/2	-74	28,9 Mb/s	-71	60,0 Mb/s
QPSK	3/4	-77	21,7 Mb/s	-74	45,0 Mb/s
QPSK	1/2	-79	14,4 Mb/s	-76	30,0 Mb/s
BPSK	1/2	-82	7,2 Mb/s	-79	15,0 Mb/s

Vysílač versus přijímač

Na příkladu ukážeme, jak probíhá vysílání signálu z běžného Wi-Fi routeru a jeho příjem v notebooku a mobilním telefonu. Wi-Fi router má výkon 50 mW (17 dBm), který je vysílán 2dBi anténou, což dá celkem 19 dBm (80 mW). Uvažujme útlum prostředí (vzduch) na vzdálenost 50 metrů -74 dBm a jedné zdi -6 dBm, anténa přijímače tedy přijímá -61 dBm. To je dostatek (podle tabulky) na plnou rychlost (72,2 nebo 150 Mb/s pro jeden stream) jak u notebooku, tak u tabletu či chytrého telefonu.

Důležitá je však i cesta zpět. Notebook má vysílací výkon běžně 15 dBm, což znamená, že router bude přijímat $15 - 74 - 6 = -65$ dBm, což znamená rychlost vysílání 65 Mb/s, resp. 90 Mb/s při 40 MHz kanálu. Ještě horší je to ale s chytrým telefonem, který poskytne vysílací výkon jen 8 dBm. K routeru se dostane $8 - 74 - 6$ dBm = -72 dBm, takže se vysílací rychlost sníží na 28,9, resp. 45 Mb/s. Při návrhu sítě proto musíte brát v úvahu i to, že se k ní budou připojovat také zařízení s velmi nízkým vysílacím výkonem. Pokud by byla použita technologie MIMO (2T2R), všechny uvedené rychlosti by se v ideálním případě (kdy oba signály prochází stejným prostředím) zdvojnásobily. Chcete-li si detailněji spočítat úbytky po rádiové cestě včetně kabelů a konektorů i pro případ venkovního vysílání, zkuste to například [s kalkulačkou](#). Ta dokáže také převádět mezi veličinami dBm a mW.



Mapu pokrytí Wi-Fi si můžete udělat snadno sami s pomocí programu Ekahau Heat Mapper; Pomocí programu inSSIDer snadno zjistíte, jaké sítě ve vašem okolí máte a které kanály zabírají

Pro plánování kvalitního pokrytí Wi-Fi se používají mapy pokrytí, na které se specializují některé firmy. Kompletní proměření a nastavení pokrytí prostoru se ale vzhledem k vysoké ceně se vyplatí málokomu. I s notebookem vybaveným Wi-Fi ale můžete orientačně prozkoumat sílu signálu v různých místech bytu či domu.

Zajímavou pomůckou je program [Ekahau Heat Mapper](#), kde do předem připraveného plánu zanesete polohy síťových prvků a poté polohy notebooku, na kterém probíhá měření signálu. Výsledkem je mapa s interpolovanými úrovněmi signálu ve všech místech. Program je přitom po registraci zdarma. Ať už k průzkumu vaší Wi-Fi sítě použijete nástroj od společnosti Ekahau nebo jednoduchý program [InSSIDer](#), nezapomeňte, že se prostředí může měnit. Někdy stačí zavřené dveře nebo zástěna či jiné rozmístění nábytku a situace může být úplně jiná.

reklama