



Hudba přes Bluetooth

Magazín ■ Jakub Michlovský

Je to tak samozřejmé; vytáhnete AirPody z krabičky, vložíte do uší a hudba hraje. Na 3,5mm jack si dnes už skoro nikdo nevzpomene a sluchátka s Bluetooth zcela zadupala své drátové kolegy. Jenže přenést zvuk bez drátů není žádná sranda.

Nemusí se to tak jevit, ale sluchátka s Bluetooth jsou tu s námi už nějakou dobu, první kusy se objevily v roce 2004, ale rozhodně nešlo o masovou záležitost. V roce 2017 přišel Apple s iPhone 7, který neměl 3,5mm jack, a nová éra Bluetooth mohla začít, či spíše musela a tohle již byla masová záležitost. Přes prvotní nelibost a možná i odpor uživatelů nakonec Bluetooth vyhrál. Stačí se podívat kolem sebe: snad každý druhý člověk na ulici má nějaká True Wireless sluchátka a 3,5mm jack mizí z naprosté většiny mobilní techniky napříč všemi výrobci.

Jenže cesta až do dnešních dní byla pořádně dlouhá, složitá, a to až tak, že by klidně vydala na celý

časopis. Musím být tedy stručný a bohužel musím některé zásadní záležitosti značně zjednodušit. Bluetooth začal vznikat už v roce 1989 ve firmě Ericsson. První standard Bluetooth 1.0 spatřil světlo světa v roce 1999, tehdy šlo o bezdrátovou alternativu k RS-232, tedy klasickému sériovému portu. Počítalo se s přenosem dat, ale i zvuku. A pod pojmem zvuk se myslí telefonní hovor, nikoli hudba v Hi-Fi kvalitě. Stereo zvuk se začal řešit až v roce 2001 v profilu A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) a tento profil se s drobnými obměnami používá dodnes.

KDYŽ VZDUCHEM LÉTAJÍ MEGABITY

Dodnes vzpomínám na památnou hlášku mého učitele ze střední školy: „Vzduch není nafukovací.“ Je tedy třeba co nejefektivněji operovat s omezenou šířkou pásma bezdrátového přenosu. Bluetooth verze 1.2 měla teoretické maximum asi 0,7 Mb/s, což fakt není mnoho. Bluetooth 2.0 + EDR už na tom byl o něco lépe, tady šlo o 3 Mb/s. A Bluetooth 3.0 se dokonce chlubil rychlostí až 25 Mb/s, což už se zdá být bezproblémový prostor na přenesení třeba MP3 s datovým tokem 320 kb/s.

Ale jak tušíte, ono to není zase tak růžové. Těch 25 Mb/s u Bluetooth 3.0 je hlavně marketingový údaj. Celá finta je v tom, že se přenos inicializuje



přes Bluetooth, ale samotný přenos pak probíhá přes Wi-Fi. Technicky tak šlo dosáhnout těchto rychlostí třeba mezi počítači, případně mezi počítačem a dostatečně výkonným telefonem. Právě spolupráce s Wi-Fi byla jednou z největších novinek Bluetooth 3.0. Jenže značná energetická náročnost nakonec způsobila to, že naprostá většina elektroniky Wi-Fi část přenosu nepoužívala a přenos pak fungoval stejně rychle jako Bluetooth 2.0 + EDR, tedy asi 3 Mb/s.

a mohou mít jen určité zpoždění. Pakety, které dorazí s výrazným zpožděním, případně ve špatném pořadí, jsou z pohledu hudby irelevantní. Dále se řeší samoopravitelnost kódu a další záležitosti, které jsou nutné pro korektní přenesení zvuku.

Různé revize Bluetooth 4 a Bluetooth 5 potkáte v současné době asi nejčastěji, a to jak na straně sluchátek, tak i na straně telefonů. Zásadní rozdíl je v přenosové rychlosti, verze 4 umí až 1 Mb/s,

Nové verze Bluetooth 4 a 5 mají mnohem nižší režii a pracují efektivněji, takže jsou reálně rychlejší nebo minimálně stejně rychlé jako verze 3.0 či 2.0 + EDR.

I tyto rychlosti je však nutné brát s rezervou, teoretické maximum je opravdu jen teoretické. Reálně se dá hovořit klidně o polovině kapacity. Jednak je tu silný vliv rušení, protože Bluetooth funguje v ISM (industrial, scientific and medical) pásmu, které sdílí třeba s Wi-Fi. A jednak má zásadní vliv samotná režie přenosu – zde se řeší třeba kvalita služeb (QoS). Zejména u streamování hudby musí pakety dorazit ve správném pořadí

verze 5 až 2 Mb/s. Občas můžete najít údaje 25 a 50 Mb/s, ale to jsou rychlosti, pokud si přenos pomůže Wi-Fi, stejně jako u Bluetooth 3.0. Teoretické rychlosti nových standardů jsou tedy nižší než u předchozích verzí, ale je to pravda tak napůl. Tyto verze mají mnohem nižší režii a pracují efektivněji, takže jsou reálně rychlejší nebo minimálně stejně rychlé jako verze 3.0 či 2.0 + EDR. Navíc je Bluetooth 5 plně zpětně kompatibilní s Bluetooth 4.



STANDARD, NA KTERÉM SE VŠICHNI DOMLUVÍ

Někdy od roku 2004 je pevnou součástí A2DP základní zvukový kodek SBC, který je vyžadován u všech zařízení, která chtějí vysílat, či přijímat stereo zvuk. Jde o jakousi záruku minimální garantované kvality přenosu.

SBC (low-complexity subband codec) vychází z původního návrhu Franse de Bonta z roku 1995 a má teoretický limit 345 kb/s pro stereofonní přenos zvuku. Jde o ztrátový kodek, který nepoužívá psychoakustický model. Ztrátové kodeky nevratně (byť zpětná rekonstrukce je technicky možná) vypouští ze skladby takové zvuky, které jsou „zbytečné“. Jsou neslyšitelné a jejich vypuštěním skladba „neutrčí“. Ty uvozovky jsou zde schválně, vnímání, jak moc skladba utrpěla je velmi individuální a citlivější jedinci mohou takového skladby považovat za neposlouchatelné. Nicméně to, co se ze skladby vynechá, se v případě SBC řídí výhradně jen matematickou analýzou, takže se zjednodušeně řečeno skladba okleští v celé své délce podle předem daného síta. Kupříkladu známý formát MP3 používá psychoakustický model, takže okleštění probíhá o něco citlivěji; typicky se ubírá třeba detaily u výšek, pokud je zrovna ve skladbě dominantní třeba basová kytara, která výšky přehluší. Jednoduše se jde na věc chytrěji, nepoužívá se jen matematická analýza, ale

bere se v potaz i samotný finální dojem z reprodukováné skladby. Ztrátová komprese s psychoakustickým modelem je tedy pro posluchače často přijatelnější a je lépe akceptována i těmi náročnějšími. Celá problematika ztrátové komprese je daleko složitější a v klidu by vydala na celou knihu.

Každý zvuk přenášený přes Bluetooth je prohnán přes SBC, který jej do nějaké míry degraduje. U bezztrátových formátů je to slyšitelné a může to být rušivé, ale daleko horší je to u ztrátových formátů, třeba u MP3, OGG, AAC atd. V tomto případě je totiž na ztrátový kodek aplikován další ztrátový kodek a finální akustické škody mohou být značné. Z tohoto důvodu si SBC nevybudovalo nijak dobré jméno, ale bylo bráno spíše jako nutné zlo. Druhou věcí, která kodeku nehrála úplně do karet, je omezená šířka pásma, zejména u starších verzí Bluetooth byl přenos rychlostí 345 kb/s prakticky nedosažitelný. Pásmo bylo omezeno buď na straně telefonu, či sluchátek v důvodu úspory energie, nebo nebylo dostupné místo, což se prostě stávalo.

Na druhou stranu moderní sluchátka umí doslova zázraky. Při přenosu Bluetooth 4 se na šířku pásma prakticky nemusí sahat, u Bluetooth 5 pak už vůbec ne. A sluchátka sama umí často dost výrazně zrekonstruovat původní signál a eliminovat tak akustické škody napáchané SBC. Není to ideální, ale je to akceptovatelné a nenáročným uživatelům to



asi bude stačit. Navíc podpora jen SBC se aktuálně vyskytuje jen u těch nejlevnějších sluchátek.

APPLE A JEHO AAC

Profil A2DP dovoluje výrobcům implementovat i doplňkové kodeky, což je v případě Apple AAC. Tento ztrátový kodek se používá u Apple Music a v iTunes Storu – jednoduše, je prolezlý do celého ekosystému. U Apple Music můžete využít bezztrátovou kvalitu a v tom případě už nejde o AAC. U přenosu hudby to funguje v principu stejně jako SBC, tedy každý zvuk poslaný do sluchátek musí projít přes tento kodek.

Jenže AAC používá psychoakustický model, a to velmi pokročilý. Když se kodek aplikuje na jiné ztrátové formáty, případně i sám na sebe (typicky, když si použijete hudbu z Apple Music, je formát AAC při přenosu znovu prohnán přes AAC), nevzniknou na nahrávce takové škody. Maximem kodeku je 320

kb/s, je tedy jasné, že to v pohodě stačí na přenos většiny ztrátových kodeků, ale Hi-Res nebo bezztrátové formáty tudy prostě neprotlačíte. Je ale třeba dodat, že pro naprostou většinu posluchačů je tato kvalita více než dostatečná.

A pak je tu ještě jeden paradox, aby fungoval kodek AAC, musí jej samozřejmě podporovat obě strany. Třeba pět let zpět, byla sluchátka s kodekem AAC docela vzácná a někteří výrobci nabízeli tuto verzi za příplatek. Věděli totiž, že majitelé iOS vyšší cenu zaplatí. Situace se ale dramaticky změnila s příchodem Androidu 8, který AAC implementoval. Valem začalo přibývat sluchátek a z volitelného kodeku se stala prakticky norma, kterou dnes najdete u 99 % sluchátek. Svět je tak o něco jednodušší, prostě koupíte sluchátka a víte, že vám v „rozumné“ kvalitě přehrají skladbu, ať už máte iPhone, Android nebo Mac. Překvapivě pozadu jsou v tomto Windows, které se podporu AAC mají teprve naučit.

AAC používá psychoakustický model, a to velmi pokročilý. Když se kodek aplikuje na jiné ztrátové formáty, případně i sám na sebe, nevzniknou na nahrávce takové škody.



PESTRÝ SVĚT OKOLO

Androidový svět je v podpoře kodeků o dost pestřejší. Často se skloňuje aptX, který aktuálně vlastní Qualcomm, takže výrobce musí buď použít jejich čip, nebo platit licenční poplatky. Základní aptX je kvalitativně srovnatelný s AAC, nicméně jeho důležitost pomalu padá. Právě kvůli široké podpoře AAC není jednoduše aptX už tolik potřeba.

A příliš se nerozmohl ani standard aptX HD, který umí přenášet hudbu v Hi-Res. Podporuje jej několik špičkových telefonů a jen několik málo sluchátek. A aptX Lossless se do spotřební elektroniky prakticky nedostal. Daleko zajímavější je kodek LDAC od Sony, který je součástí Android 8 a novějších. Umí pracovat v režimech 330, 660 a 990 kb/s, technicky není problém přenést Hi-Res. Lossless skladby by měly doznat jen zanedbatelné újmy. LDAC začíná mít docela zajímavou podporu mezi sluchátky a podporuje je docela dost telefonů, a to i relativně levných telefonů. Paradoxně tak mají majitelé Androidů větší šanci užít bezztrátovou kvalitu v Apple Music, zatímco na iPhoneu máte bezdrátově prostě smůlu.

BLUETOOTH LE AUDIO

Je tomu už více než rok, kdy byla představena nová verze Bluetooth s označením LE Audio. Měla by se stát součástí Bluetooth 5.3 a slibuje použití nového

kodeku LC3, ten má přenášet velmi dobrou kvalitu zvuku už při rychlostech okolo 160 kb/s. Celosvětová pandemie tomu hodila klacek pod nohy, ale snad se příští rok dočkáte i reálných sluchátek.

Asi nejvíce bude z nového kodeku profitovat portfolio True Wireless sluchátek, která mohou pracovat s nižšími datovými toky, a tím pádem budou značně šetřit baterii. Ale jistě ji využijí i další sluchátka. Navíc se má také dramaticky snížit latence a nový standard má i přímou podporu Broadcast Audio.

A JAK TO TEDY BUDE U APPLU?

Apple je aktuálně v podivné situaci, kdy nabízí svým zákazníkům bezztrátovou hudbu, kterou nejsou schopni na žádných bezdrátových sluchátkách konzumovat. Paradoxně jediná možnost je připojit se drátem, nebo si pořídit androidový telefon a sluchátka s aptX HD nebo LDAC, která nabídnou daleko vyšší kvalitu zvuku.

Možných řešení je hned několik. Apple nechá bezztrátový zvuk jen pro Homepody, Macy... a sluchátka prostě nepokryje. Druhou možností je, že Apple implementuje vlastní kodek, který dovolí přenášet alespoň Hi-Res hudbu. Představa, že si licenci LDAC od Sony nebo aptX od Qualcommu, je docela zábavná. Jak to celé dopadne a jestli to vůbec nějak dopadne, je zatím ve hvězdách. 