

Úvod .....	1
Historie – Oma .....	1
DCF .....	1
Koordinovaný čas UTC v naší republice.....	2
Počítače a jejich časové sesynchronizování .....	2
Počítač a několik možností synchronizace časových údajů. ....	3
PTB - Telefonní časová služba.....	3
Protokol Time.....	3
NTP (Network Time Protocol).....	3
NTP a jak funguje.....	4
Stratum systému leží v rozsahu 1 až 14.....	5
SNTP .....	5
Poznámka o RFC.....	5

## Úvod

Lidstvo žije v čase a je tím samozřejmě i následně ovlivňováno. Lidé od dávnověku měřili čas a zároveň ho někomu sdělovali (třeba ponocný troubou). Jednalo se o jednosměrné přenesení informace. Tyto informace se postupně dostávaly i do komunikace jiné než sluchové. S rozvojem techniky (třeba telegraf nebo i dopis) se informace o datu a času umísťovala přímo do dokumentu. Tento údaj informoval o vzniku dokumentu. V té době bylo již možno chronologicky zařazovat došlé dokumenty. S dalším rozvojem techniky bylo nutné zpřesnit a hlavně nějak synchronizovat s rozumnou odchylkou údaje reprezentující čas (většinou v dané oblasti), například střední Evropa. Ve přenosu časových informací se uplatňoval lidský faktor, jenž vedl k nepřesnostem a omylům. Technika umožnila eliminovat lidský faktor. S vytvořením přesného časového normálu se vyskytly způsoby, jak tento údaj dále rozšiřovat do větších vzdáleností. Jednalo se o metalické připojení (telefonní a dálkopisné linky), bezdrátové připojení (synchronizovaný telegrafní signál, rádiové vysílání).

Všechny tyto technologie byly na svou dobu dostatečné. Jednalo se o jednosměrnou komunikaci směrem od vysílatele k příjemci. Rádiové vysílání se dodnes využívá ve spotřební elektronice, kde nepotřebujeme žádné zpětné potvrzování. Klíčovou platformou pro rádiové vysílání času se stal v Evropě německý systém DCF77, který začal vysílat v roce 1970 a funguje dodnes.

## Historie – Oma

Šlo o ryze český vysílač, který byl průkopníkem vysílání časových údajů do etéru. Pokusné vysílání přesného kmitočtu a časového signálu z hodin u nás začalo rokem 1955. Jednalo se o vysílání na frekvenci 50 kHz. Jednalo se tehdy o první vysílač šířící časové signály na dlouhých vlnách na světě. Tento vysílaný čas byl v mikrosekundové shodě se světovým koordinovaným časem UTC, odvozovaným z cesiových atomových hodin v ÚRE.

Byl vypnut v roce 1995 hlavně proto, že výrobci spotřební elektroniky využívali převážně německé vysílání DCF77. Další aspekt byl finanční.

## DCF

Jedná se o rádiové vysílání. Konkrétně DCF77 je rádiová stanice vysílající na Dlouhých vlnách na kmitočtu 77,5 kHz časový signál, podle kterého se synchronizují některé rádiové hodiny, hodinky a budíky a podobně. Vysílací stanice je u Mainflingu, to je v Německu asi 25 km od Frankfurtu nad Mohanem. Dosah vysílače je přibližně 2000 km. To znamená, že na území naší republiky je zachytitelná. Vysílání je modulováno amplitudově (AM) Od roku 1983 pseudonáhodným fázovým šumem.



Díky použití pseudonáhodného fázového šumu není rušen příjem amplitudově modulovaných časových signálů a také nejsou ovlivněny vlastnosti DCF77 jako vysílače normálové frekvence. Kodování je v kódu BCD.

V intervalu každé minuty je přenášeno číslo minuty, hodiny, dne, kód názvu dne v týdnu, měsíce a roku.

Volací značka vysílače je přenášena třikrát v hodině - v 19., 39. a 59. minutě každé hodiny tónovou modulací nosné 250 Hz znaky Morseovy abecedy bez přerušení vysílání časových značek. Během každé minuty jsou přenášena čísla minuty, hodiny, dne, dne v týdnu, měsíce a roku. Od roku 1996 je časový signál získáván ze tří atomových hodin. Odchylka za jeden rok se maximálně pohybuje asi o půl kmitu vůči nosné frekvenci.

Na straně, kde signál zpracováváme, je přijímač, jenž obsahuje přijímací modul DCF77 s anténkou (nejčastěji feritovou) přijímající DCF signál a dále mikroprocesor zpracovávající informace z binární podoby do formátu pro zobrazení na displeji nebo pomocí ručiček.

České radiokomunikace využívají signál DCF77 pro nosné kmitočty některých středovlnných vysílačů.

Veliký rozmach použití v osobním životě lidí nastal hlavně v oblasti náramkových hodinek. Zde výrobci díky rapidnímu snížení cen uvádí nepřeborné množství hodinek jak pro sport, tak do společnosti. V domácnostech najdeme i budíky a meteorologické stanice řízené tímto vysílačem (správněji by bylo spíše synchronizované).

## **Koordinovaný čas UTC v naší republice**

Koordinovaný čas UTC (TP), Tempus Pragense, platný od ledna 1969 je udržován v mikrosekundové shodě se světovým koordinovaným časem UTC pracovníky časové laboratoře ÚRE AV ČR v Praze-Kobylisích, kde jsou umístěny dva základní cesiové etalony, hlavní hodiny udržující čas UTC (TP) a měřicí technika GPS.

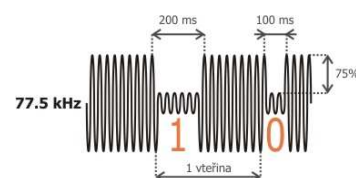
Dva cesiové normály jsou v budově ÚTB SPT Telecom v Praze na Žižkově. Pro koordinaci UTC (TP) s UTC bylo zpočátku používáno unikátní československé televizní metody, poté bylo využíváno navigačního systému LORAN-C a od září 1991 je využíván družicový navigační systém GPS, přičemž koordinace systémem LORAN-C zůstává jako doplňková metoda a od televizních měření bylo upuštěno.

## **Počítače a jejich časové sesynchronizování**

Pokud bychom v počítačových sítích neměly synchronizovaný čas, nebylo by možné korektně realizovat řadu síťových služeb. Třeba práci se vzdálenými databázemi, elektronické obchodování, monitorování systémů, zabezpečovacích a dohledových systémů, sdílením souborů nebo různé transakce jak výrobní, finanční, řídicí, dohledové a podobně.

Časovou synchronizaci PC (vnitřní hodiny v PC), která nám provede sjednocení času v PC, (aby se nelišil od reálného času) můžeme provést přes internet pomocí serverů, které poskytují příslušnou službu. Zařídí se tím jednoznačný časový standart. Seřídít čas lze pomocí několika různých protokolů, k tomu určených. Programy pro synchronizaci času počítače existují skoro pro všechny platformy (DOS, Linux, Junix, Unix). Čas v počítači lze většinou těmito programy seřizovat při každém spuštění počítače nebo pravidelně podle nastaveného časového intervalu. Serverů poskytujících přesný čas je velmi hodně. Nejlepší je seřizovat čas ze serveru, který je řízen přímo nějakým časovým normálem (externí fyzickým zdrojem času) a má velmi dobré připojení k internetu. Jsou to většinou vojenské servery (doména \*.mil) akademie věd, univerzity (např. time.zcu.cz).

Jelikož při připojování a vlastním přenosu dat o přesném času dochází k časovým prodlevám, a tím pádem by čas nebyl opravdu synchronní, používají se různé algoritmy pro částečnou kompenzaci tohoto jevu. Jedním z nich je Cristianův algoritmus, který výsledný čas obou přenosů (jak žádostí, tak odpovědi) vydělí dvěma spolu s dobou pro zpracování žádosti.



Další z možných algoritmů je Berkeley algoritmus, jehož podstata je vyslání svého času a žádosti okolním serverům na rozdíl v jejich časech. Servery mu pošlou informace o svém rozdílu. Z došlých (rozumných) odpovědí spočítá průměr a pošle na patřičné servery jejich rozdíly vztahené k průměru. Svůj čas si taky upraví podle průměru.

Synchronizace, jež se provádí pomocí takzvaných Logických hodin, nemusí být absolutní, ale je třeba, aby v celém systému byl jednotný (konzistentní) čas. Nezajišťují tak žádným způsobem měření reálného času. Princip zformuloval Lamportem (chronologická posloupnost procesů), který vyjádřil, že pokud dva procesy nebudou nikdy komunikovat (jejich výstupy se nemohou nikde potkat), tak není třeba nic synchronizovat. Je jen třeba, aby se komunikující procesy jasně shodly na pořadí (řetězec událostí a procesů), jak se v čase staly, aniž by musely být nutně vázány na přesný čas. Podstata Lamportova algoritmu je vydaná žádost (proces posílá žádost se svým timestampem) a čeká, až dorazí odpovědi od všech ostatních procesů. Na druhé straně dojde k přijetí žádosti, zapamatuje si žádost, pošle žádost s vlastním timestampem. Všechny došlé žádosti v jeho frontě mají (měly by mít) vyšší časovou značku.

Pokud jde o události a procesy, které jdou paralelně (současně), ale spolu nekomunikují (nejsou provázané), tak jim říkáme konkurenční.

## **Počítač a několik možností synchronizace časových údajů.**

### **PTB - Telefonní časová služba**

Pomocí této služby lze počítačem s telefonním modemem nebo mobilem, jenž podporuje datové přenosy, získat časovou informaci z atomových hodin přes veřejnou telefonní síť. Pro přenos časového protokolu je použito ASCII kódu.

Jsou přenášeny tyto údaje: zákonný čas a datum včetně čísla dne v týdnu, týdnu v roce a dne v roce, koordinovaný světový čas (UTC), datum přechodu ze střeoevropského času SEČ na střeoevropský letní čas SELČ a zpět, datum vložení přestupné sekundy, diferencí DUT1 (rozdíl mezi UT1 a UTC) a dále astronomický čas UT1.

Telefonní časová služba je schopna změřit dobu zpoždění šíření kódované časové informace telefonní linkou. Na straně přijímače je příchozí signál vyslán zpět vysílací straně. Za předpokladu, že je linka reciproká, může systém podělením změřeného času dvěma korigovat vzniklé zpoždění přenášené časové informace. Dosažitelná vzniklá nepřesnost touto technikou je několik milisekund.

### **Protokol Time**

Protokol Time (dokument RFC-868) je nejstarší a je značně jednoduchý. Spočívá v tom, že sever poslouchá na portu č. 37 a po připojení na tento port (pomocí protokolu TCP nebo UDP) zašle uživateli 32-bitové číslo. Číslo je počet sekund od 00:00:00 1. ledna 1900. Číslo 2.398.291.200 tedy odpovídá 00:00:00 1. ledna 1976 GMT. Pokud bychom potřebovali poslat číslo, jež reprezentuje datum před rokem 1900, tak bychom poslali záporné číslo. Pokud server tuto službu neposkytuje, spojení je buď odmítnuto, anebo ihned uzavřeno. Přesnost synchronizace času pomocí tohoto protokolu není nijak velká a pohybuje se do 1 sekundy.

### **NTP (Network Time Protocol)**

Jde o síťový protokol pro synchronizaci vnitřních hodin počítačů a počítačových systémů po paketové síti s proměnným zpožděním. Tento protokol zajišťuje, aby všechny počítače v síti měly stejný a přesný čas. Jeho popis najdeme v dokumentech RFC-1305, RFC-1119.

NTP původně navrhl Dave Mills z univerzity v Delaware a stále jej, spolu se skupinou dobrovolníků, udržuje.

Teoretická maximální přesnost dosažitelná pomocí NTP se pohybuje v řádech nanosekund, v praxi se ovšem často naráží na omezení dané použitým operačním systémem samotného zařízení a parametry sítě, proto se spíše počítá s hodnotou pod 10 milisekund. V lokální síti může při

ideálních podmínkách dosáhnout přesnosti až 200 mikrosekund. Logika protokolu NTP spočívá v tom, že se nesnaží synchronizovat hodiny počítačů navzájem (nesnaží se čas nějakým způsobem zprůměrovat), ale synchronizuje je oproti času UTC ("Universal Coordinated Time"). Z množství dostupných serverů vyhodnotí jeden co možná nejdůvěryhodnější a současně síťově nejlépe dostupný zdroj času UTC a podle něj se pak synchronizuje.

NTP protokol je v podstatě nezávislý na softwarové platformě. Využívá Marzullův algoritmus pro stanovení času z (nepatrně) lišících se odpovědí časových serverů. Je schopen práce i při proměnlivém zpoždění doručování paketů. Patří do rodiny TCP/IP protokolů. V současnosti je NTP verze 4, (zatím není zveřejněna v RFC). Dosahujeme přesnosti hodin v řádu milisekund.

Protokol NTP byl vyvíjen jako spolehlivý a robustní a obsahuje mechanismy, jak (pomocí metod shlukové analýzy) identifikovat servery, které udávají odlišný čas než většina ostatních, a ty se pak jako zdroje synchronizace neuplatní. Je důležité mít nejméně 3 možné zdroje času, jinak se korekční (opravné) algoritmy neuplatní.

Protokol NTP udržuje a značuje čas v UTC ve formě čísla s pevnou desetinnou čárkou: 32 bitů na část sekund + 32 bitů desetinná část sekund. To NTP dává škálu 232 sekund s teoretickým rozlišením 2-32 sekundy. Pro přestupné sekundy se používá čas UTC se speciálními příznaky.

Pokud chceme síťový protokol na svém PC využívat a chceme mít na svém počítači přesný čas, resp. čas synchronizovaný se státním etalonem času, musíme mít na svém počítači nainstalovaného NTP klienta a PC musí být připojen do sítě, kde se vyskytuje NTP server (např. Internet). V systému Windows XP máme možnost využít zabudovaného NTP klienta.

V případech, kdy potřebujeme mít v síti opravdu přesný čas eliminovaný od možných venkovních výpadků (synchronizace), je nutné umístit svůj NTP server přímo do své LAN sítě. Tento server je možné lépe chránit proti venkovním útokům a jakékoliv poruchové stavy nebo anomálie můžeme snadněji přenášet nějakým informačním kanálem pro své další zpracování (varování) třeba emailem, nebo přes hardwérovou bránu pomocí bezdrátového spojení (GSM, CB, Trunkovou sítí).

## NTP a jak funguje

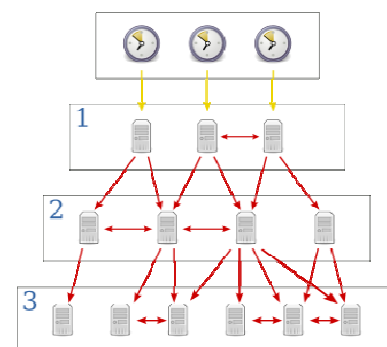
Jedná se o zapojení (serverů) v podobě stromové struktury. Na vrcholu jsou servery (říká se jim stratum) synchronizované přímo s nějakým skutečným (a velice přesným) zdrojem časového signálu (atomové hodiny fyzikálních ústavů, rádiem, nebo GPS).

NTP server předává NTP klientům informaci o přesném času. NTP servery pracují v několika hierarchických vrstvách, servery vyšší úrovně synchronizují servery nižší úrovně. Normální uživatelé by měli k synchronizaci času využívat právě servery nižší úrovně. Servery vyšší úrovně by se zbytečně vytěžovaly (napojují se na ně servery v nižších úrovních).

Základní podstata je, že počítač, který chce synchronizovat své hodiny, pošle několik dotazů okolním NTP serverům a ty mu v odpovědi pošlou svůj přesný čas. Klient z odpovědí nejprve vyloučí servery se zřejmě nesmyslným časem (s odchylkou 1000 sekund a více). Poté ponechá skupinu serverů s největším společným průnikem.

NTP poskytuje Coordinated Universal Time (UTC). Nepřenáší žádné informace o časových pásmech nebo letním času. Přenášení těchto informací je mimo rozsah této aplikace a musí být získány samostatně. V izolovaných sítích LAN by mohlo být NTP v zásadě použito k distribuci jiného časového měřítka (např. místní časové pásmo), ale nevyužívá se toho.

NTP používá Marzullův algoritmus a obsahuje podporu pro funkce jako přestupné sekundy. NTP používá hierarchický systém „strata hodin“.



Žluté šipky ukazují na přímou souvislost, červené šipky ukazují, připojení k síti.

## Stratum systému leží v rozsahu 1 až 14.

- Stratum 0 - vrstva začínající 0 (nulou), která je na vrcholu. Stratum 0 mají samotné referenční hodiny připojené k nejpřesnějšímu serveru. Stratum (vrstva) definuje vzdálenost od referenční hodiny a existuje proto, aby se zabránilo cyklickým závislostem v hierarchii. Stratum 0 zařízení nejsou přímo připojena k počítačové síti, ale místně k počítači přes rozhraní (např. přes RS-232, USB, 1394).
- Stratum 1 jsou synchronizovány s přesnými externími hodinami jako třeba GPS nebo jiné hodiny řízené rádiovým signálem (u nás obvykle DCF77). Tyto počítače jsou také označovány jako časové servery.
- Stratum 2 odvozují svůj čas od jednoho nebo více systémů se stratem 1 atd. Jedná se o počítače, které odesílají žádosti o NTP servery Stratem 1. NTP shromáždí nejlepší vzorky dat. Zahodí všechny Stratem 1 servery, které se zdají být evidentně špatné. Stratem 2 počítače poskytují více stabilní a robustní čas. Stratum 2 počítače normálně fungují jako servery pro Stratem 3 NTP požadavky.
- Stratum 3 tyto počítače používají přesně stejné NTP funkce sběru dat jako počítače ve 2 vrstvě. Stratum 15 má počítač, který se v důsledku výpadku sítě nemůže synchronizovat se zdrojem času, nebo se synchronizuje po výpadku spojení.

Označovaná vrstva (Stratum) není vázaná na údaje o kvalitě a spolehlivosti, je běžné najít "stratum 3" časové zdroje, které jsou kvalitnější než jiné "stratum 2", které jsou zdrojem času pro stratum 3. Tím se mohou vyskytnout případy, že servery ve 3 vrstvě mají přesnější čas než servery ve vrstvě 2. Toto se ale uplatňuje pouze v počítačových sítích. (V telekomunikačních systémech má každá vrstva v hierarchii horší kvalitu časového signálu.)

## SNTP

Protokol SNTP (Simple Network Time Protocol) vychází z protokolu NTP (Network Time Protocol) a používá pro komunikaci port č. 123. Nebere v úvahu zpoždění paketů v IP síti, jeho (ne)přesnost je tedy závislá na latenci a nepamatuje si stav předchozí komunikace. Používá se zejména tam, kde se nevyžaduje výborná přesnost času. Jde o lepší protokol, než je protokol Time.

Lze s ním dosáhnout přesnost synchronizace času pohybující se kolem 50 ms. Popis protokolu SNTP najdeme v dokumentech RFC-2030 a RFC-1769.

## Poznámka o RFC

RFC je zkratka anglického výrazu Request For Comments (žádost o komentáře), která se používá pro označení řady standardů a dalších dokumentů popisujících internetové protokoly, systémy apod. Jak už název napovídá, RFC jsou oficiálně považovány spíše za doporučení než normy v tradičním smyslu, přesto se podle nich řídí drtivá většina internetu.