



# Spojovací soustavy

## přednáška č.4.

Studijní podklady k předmětu „ Spojovací soustavy “ pro studenty katedry elektroniky a telekomunikační techniky

## Obsah

Obsah .....	2
6. Telefonní síť .....	3
6.1. POTN – Plain Old Telephone Network .....	3
6.2. DON – Digital Overlay Network .....	4
6.3. Liberalizace .....	5
6.4. Metody výpočtu propojovacích poplatků .....	6
7. Synchronizace digitálních sítí .....	10
7.1. Základní metody synchronizace .....	10
7.2. Parametry digitálního signálu z hlediska synchronizace .....	12

## 6. Telefonní síť

### 6.1. POTN – Plain Old Telephone Network

- PSTN – veřejná telefonní síť (Public Switch. Netw.)
- IDN – digitální síť
- ISDN – integrované služby digitální sítě (Integrated Services Digital Network)
- N-ISDN – úzkopásmová ISDN
- B-ISDN – širokopásmová ISDN
- IN – inteligentní síť
- NGN – Next Generation Network (platforma IP)

PSTN - je tvořena přirozenými telefonními obvody, vznikajícími z hlediska provozního zájmu, v jejich středu jsou tel. ústředny, v nejnižších úrovních má hvězdicovité uspořádání, v nejvyšší pak polygonální, střední úrovně jsou hvězdicové s polygonálními prvky

**místní tel. obvod (MTO)** -základní územní prvek tel. sítě, v jeho rámci se uskutečňuje tzv. místní styk, dle podmínek zaujímá území o průměru asi 10 km, v jeho středu leží místní ústř. MÚ, cca 800.

**uzlový tel. obvod (UTO)** – cca 220, sdružuje několik MTO na území s průměrem asi 30 km, v jeho středu se nachází uzlová ústředna UÚ zpravidla spolu se středovou místní ústř. SMÚ středového MTO, ostatní MTO uzlu označujeme jako okrajové OMTO

**tranzitní tel. obvod (TTO)** – cca 22, sdružuje několik UTO na území o průměru asi 150 km, mezi UÚ s velkým zájmem provozu se mohou budovat tzv. meziuzlové příčky

mezitranzitní tel. síť - spojuje tranzitní ústř., je budována tak, aby spojení mezi dvěma TÚ bylo zajištěno max. přes další tři TÚ, TÚ jsou spojeny s dálkovými tranzitními ústřednami DTÚ, na DTÚ navazují ústř. mezinárodní MnÚ, které vytvářejí nejnižší složky mezinárodní tel. sítě; MnÚ se označují jako tranzitní centra (Centres Transites - CT, tři kategorie - CT1, CT2, CT3)

## 6.2. DON – Digital Overlay Network

Pro plošnou digitalizaci telekomunikační sítě ČR byla vybrána metoda výstavby překryvné digitální sítě – DON. Docílit digitalizaci bylo možné taky metodou digitálních ostrovů, kdy se postupně digitalizují jednotlivé UTO, TTO.

**DON** – studie překryvné sítě pro ČR vznikla v roce 1991 (1992-2002)

v roce 1997 byla v digitální síti spuštěna signalizace SS7

1.7.1997 začaly být nabízeny přípojky ISDN

### charakteristika DON:

- digitální síť je stavěna paralelně k stávající analogové
- má dvouúrovňovou strukturu (v POTN tři úrovně – TT0,UTO, MTO)
  1. úroveň tvoří tranzitní tel. obvody - 11 (původně jich bylo 23), tranzitní ústředny
  2. úroveň je tvořena uzlovými obvody – 140 (220) , HOST ústředny, na HOST ústřednu může být připojena vzdálená jednotka RSU (Remote Subscriber Unit), která je součástí příslušné HOST ústředny (většinou RSU nahrazují okrajové místní tel. ústř).
- duopol pro dodávku veškerých ústředen (S12 – sever ČR, EWSD – jih)
- vznik montážních závodů pro dodávané ústředny: TESTCOM – Tesla Karlín+Siemens, závod pro montáž ústředen EWSD, ústředny S12 se montují v Liptovském Hrádku (Alcatel-Sel TLH)
- oba dva typy ústředen můžou postavit jako : mezinárodní ústř., tranzitní, místní, kombinovaná.
- dosáhnout 40% úroveň pokrytí telefonizace v ČR
- 60% veškerých přípojek bude na digitálních ústřednách
- Výstavba digitální sítě v ČR se nachází v závěrečné fázi, první generace ústředen v síti zcela vymizí, z druhé generace ústředen budou některé ústředny pracovat minimálně do roku 2006.
- vývoj struktury sítě – zrušení MTO (obvod pokrývá UTO – HOST + RSU), zrušení UTO (140) a nahrazení OMS (14, Obvod místní sítě, odpovídá cca VÚSC)

### 6.3. Liberalizace

rok 2000 – zákon č.151/2000 Sb., vytvořeny legislativní podmínky pro liberalizaci, možnost získat telekomunikační licenci

rok 2001 – od 1.1.2001 jsou nabízeny telekomunikační služby společnostmi ČT a GTS, další jako Contactel, Etel, Kiwi, atd..., orientované pouze na střední a velké podniky

rok 2002 – od 1.7.2002 zavedení služby **Call-by-Call**, služba Call-by-Call umožní volajícím si vybrat pro konkrétní volání jiného provozovatele sítě prostřednictvím sítě „svého smluvního operátora“, a to předřazením určité kombinace čísel před tel.č. volaného. Zákonem bylo rovněž stanoveno do konce roku 2002 zavedení pokročilejší služby předvýběru (**preselection**), pomocí které získal uživatel možnost si předem dojednat odbavení stanoveného provozu přednastavenou přenosovou sítí vybraného operátora, obvykle odděleně meziměstský a mezinárodní provoz rozpoznatelný charakterem čísla. **Přenositelnost čísla**, tato oblast představuje mnohem komplikovanější problematiku, různé subvarianty této služby dnes legislativa neřeší, od roku 2002 je funkční **Local Portability**, místní přenositelnost čísel uvnitř a mezi operátory.

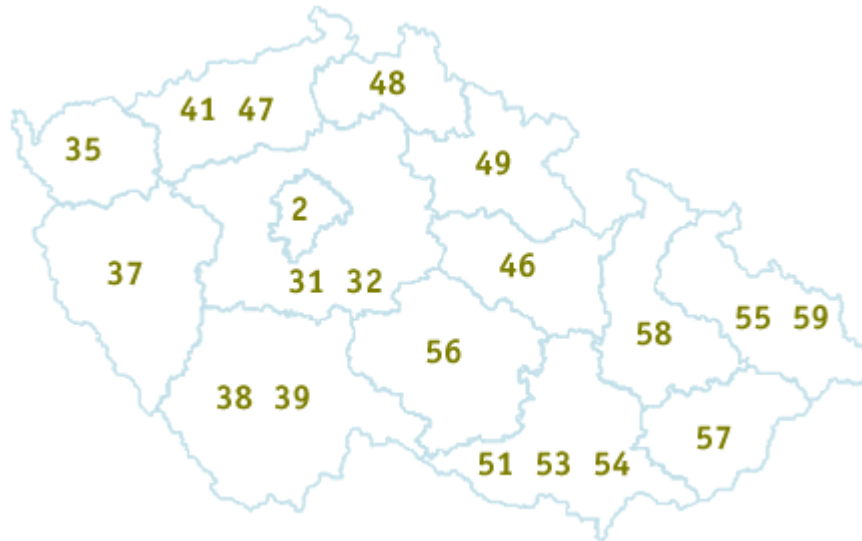
Dalším významným datem byl přechod na nový číslovací plán v souladu s doporučením E.164, který byl naplánován na 22.9.2002, k tomuto datu došlo k přečíslování v celé ČR, počet telekomunikačních obvodů ČT snížil na 14 TO.

Od 1.1.2003 – plná liberalizace telekomunikačního trhu

Od 22.9.2002 počet 159 číslovacích oblastí (UTO) byl redukován na 72 nových číslovacích oblastí ve 14 telefonních obvodech, přičemž:

- Národní čísla začínající číslicí 6, 7, 8 a 9 jsou určena pro negeografická čísla (např. radiomobilní sítě, přídatné služby apod.). U současných negeografických čísel začínajících číslicí 6, 7, 8 a 9 bude vynechán pouze prefix "0", vlastní číslo zůstane nezměněno.
- Národní čísla začínající číslicí 1 jsou vyhrazena pro doplňkové telefonní služby. Čísla současných doplňkových telefonních služeb začínajících číslicí 1 (včetně tísňových volání) nebudou již měněna.
- Národní čísla začínající číslicí 2, 3, 4 a 5 jsou vymezena jako geografická čísla, tedy pouze pro pevnou síť.

## Přehled telefonních obvodů veřejné pevné telefonní sítě v ČR a jejich národní směrová čísla



Národní směrové číslo (TC)	Telefonní obvod (TO)	Národní směrové číslo (TC)	Telefonní obvod (TO)
2	<u>Praha</u>	48	<u>Liberecký</u>
31, 32	<u>Středočeský</u>	49	<u>Královéhradecký</u>
35	<u>Karlovarský</u>	51, 53, 54	<u>Jihomoravský</u>
37	<u>Plzeňský</u>	55, 59	<u>Moravskoslezský</u>
38, 39	<u>Jihočeský</u>	56	<u>Vysočina</u>
41, 47	<u>Ústecký</u>	57	<u>Zlínský</u>
46	<u>Pardubický</u>	58	<u>Olomoucký</u>

### 6.4. Metody výpočtu propojovacích poplatků

#### Metoda FAC

Metoda FAC, neboli "Fully Allocated Costs" (v doslovném překladu: plně alokované náklady). Podstatou této metody je to, že se "dají na hromadu" všechny náklady které nějaký operátor měl, dále se vezmou předpokládané počty hovorů (v rámci vlastní sítě i zakončované hovory pocházející z jiných sítí) a vše se rozpočítá tak, aby veškeré náklady byly pokryty a ještě zbylo i na požadovaný zisk. Samozřejmě i zde existují určité stupně volnosti, například v tom zda do "plně alokovaných nákladů" mají být zahrnuty různé reprefondy, sponzorské aktivity apod.

Z obecného pohledu ale tato metoda znamená, že daný operátor přenáší na ostatní operátory všechny své náklady, bez ohledu na to jak účelně byly vynaloženy. Pokud například daný operátor fungoval neefektivně, vynakládal zbytečně vysoké sumy a nyní má předimenzovanou síť která není příliš využita, svou neefektivnost jednoduše zahrne do "plně alokovaných nákladů" a přenáší ji i na své konkurenty. Navíc do struktury a výše jeho nákladů nebývá

"zvenku" vůbec vidět, což u ostatních operátorů nutně musí posilovat dojem, že jde o náklady přemrštěné.

Podle metody FAC (plně alokovaných nákladů) postupoval Český Telecom při přípravě své prvotní referenční nabídky propojení, a opravdu vyšly velmi vysoké sumy - rozpočítáno na jednotlivé hovory to vycházelo několikanásobně (až 4x až 5x) více, než u etablovaných zahraničních operátorů.

### Metoda "best practice"

Hlavní nevýhodu metody FAC, tedy přenos případné neefektivnosti jednoho operátora na operátory jiné, zcela odstraňuje metoda označovaná jako "best practice" (doslova: nejlepší příklad). Je založena na tom, že se za základ vezmou nejnižší ceny, které jsou na trhu někým skutečně nabízeny, a z nich se odvodí ceny požadované. V praxi to pak vypadá například tak, že se vezmou ceny tří nejlacinějších operátorů, ty se posléze zprůměrují a z nich se odvodí výsledná cena, resp. vytvoří se z nich interval a ten je doporučen ostatním (**takto dnes postupuje EU v rámci svých doporučení**).

Velkou předností této metody je právě to, že se orientuje na operátory, kteří dokázali své ceny nejvíce snížit - což zřejmě lze spojovat s dosažením vysoké efektivity. Naopak případná neefektivnost je touto metodou zcela eliminována (pokud je použitý vzorek operátorů dostatečně veliký). Stejně tak zde odpadá jakékoli potenciální handrkování o oprávněné a neoprávněné náklady, protože s těmi se zde nekalkuluje.

Obrovskou předností této metody je jednoduchost (až přímo triviálnost) jejího použití, a pak také rychlost a možnost okamžitého nasazení. Zřejmě toto byly hlavní důvody, které vedly alternativní operátory k prosazování metody "best practice" jako řešení, které je jednak spravedlivé (zejména v situaci, kdy dominantní operátor dlouho a systematicky argumentoval svým srovnáním se zahraničními operátory a detailní informace o jeho nákladech nejsou známy), a jednak okamžitě použitelné.

Dlužno ale dodat, že metody "best practice" zřejmě není možné označit jako "založené na nákladech", alespoň ne přímo - a to je jejich dosti podstatná nevýhoda, protože náš telekomunikační zákon závislost na nákladech požaduje.

### Metoda LRIC

Termín LRIC je zkratkou od Long Run Incremental Costs, což v doslovném překladu znamená "dlouhodobé inkrementální náklady". Jde o metodu, která vychází nikoli z celkových nákladů určitého operátora, ale pouze z přírůstku jeho nákladů, které připadají na zajištění služby poskytované ostatním operátorům (tedy na zakončování hovorů přicházejících z jejich sítí), a to v dostatečně dlouhém časovém horizontu. Tedy pouze z toho, co příslušný operátor vynakládá navíc (jako tzv. inkrement) k tomu, co nutně vynakládá tak jako tak, na své vlastní

fungování. Pokud je tedy některý operátor výrazněji neefektivní, tato jeho neefektivnost se promítá především do jeho "základních nákladů", které ale nese on sám a které se naopak nepřenášejí na ostatní operátory. Na ty se neefektivnost může přenášet jen ve výrazně menší míře, skrze to že neefektivní operátor zřejmě bude mít i vyšší (inkrementální) náklady na samotné propojení než operátor fungující efektivněji.

Je to jistě spravedlivější a realističtější metoda než FAC, a zřejmě proto se na ní shodují všechny strany jako na "tom správném" perspektivním řešení. Navíc má tu výhodu, že přímo vychází z nákladů, a tudíž vyhovuje i požadavkům telekomunikačního zákona.

Metoda LRIC přitom může být použita jak "směrem nazpět", s historickými daty, tak i "směrem dopředu", s daty očekávanými resp. plánovanými. V ČR v současné době tato metoda není dost dobře použitelná, protože žádná historická data týkající se propojování nejsou ještě k dispozici, a ani budoucí náklady nejsou příliš predikovatelné, protože vše se teprve rozjíždí. Navíc jde o metodu přeci jen určitým způsobem komplikovanou, s více stupni volnosti, a je třeba ji nejprve správně pochopit a rozpracovat do našich konkrétních podmínek (mj. i přesně určit, které náklady mají být zahrnuty jako inkrementální, připadající na propojení, a které nikoli).

Nyní se objevují konkrétní snahy připravit tuto metodu k reálnému použití v co nekratším možném termínu. Děje se tak pod křídly orgánu, který je k tomu určitě velmi vhodný - jde o Asociaci poskytovatelů veřejných telekomunikačních sítí, alias APVTS, ve které jsou zastoupeni jak alternativní operátoři, tak i Český Telecom.

## ČTÚ ceny za propojení pro rok 2002

### **Cenové rozhodnutí č. 02/PROP/2002, kterým se stanoví maximální ceny za propojení veřejných telekomunikačních sítí pro službu koncového volání do veřejných pevných telekomunikačních sítí.**

Toto cenové rozhodnutí se vztahuje jak na propojení veřejných pevných telekomunikačních sítí (dále jen "pevné VTS"), tak i na a na propojení veřejných mobilních telekomunikačních sítí (dále jen "mobilní VTS") s pevnými VTS. Maximální ceny (v Kč bez 5% DPH) jsou uvedeny v následující tabulce, včetně srovnání s cenami z roku 2001:

	provoz	max. cena 2002	max. cena 2001	rozdíl
<b>1 tranzit v rámci UTO</b>	silný	0,60	0,66	-0,06
	slabý	0,30	0,33	-0,03
<b>1 tranzit do jiného UTO</b>	silný	0,80	1,08	-0,28
	slabý	0,40	0,54	-0,14
<b>2 tranzity</b>	silný	0,97	1,59	-0,62
	slabý	0,48	0,79	-0,31



kde:

maximální cena za propojení pro "1 tranzit v rámci uzlového telefonního obvodu" se použije v případě, pokud se koncový bod propojené pevné VTS, ve kterém je volání ukončeno, nachází ve stejném uzlovém telefonním obvodu, ve kterém je umístěn bod propojení mezi propojenými VTS

maximální cena za propojení pro "1 tranzit do jiného uzlového telefonního obvodu" se použije v případě, pokud se koncový bod propojené pevné VTS, ve kterém je volání ukončeno, nachází v jiném uzlovém telefonním obvodu a zároveň ve stejném tranzitním telefonním obvodu, ve kterém je umístěn bod propojení mezi propojenými VTS

maximální cena za propojení pro "2 tranzity" se použije v případě, pokud se koncový bod propojené pevné VTS, ve kterém je volání ukončeno, nachází v jiném tranzitním telefonním obvodu než ve kterém je umístěn bod propojení mezi propojenými VTS

#### ČTÚ ceny za propojení se v roce 2004 změnilly následovně

	provoz	maximální cena za propojení [Kč/min] bez DPH
místní	silný	0,31
	slabý	0,16
1 tranzit	silný	0,40
	slabý	0,20
2 tranzity	silný	0,56
	slabý	0,28

Opatření ČTÚ 1/S/2004, kterým se stanoví provozovatelé telekomunikačních činností s výrazným podílem na trhu:

ČT – 90%

EuroTel - 50%

T-Mobile - 40%

## 7. Synchronizace digitálních sítí

### 7.1. Základní metody synchronizace

#### Plesiochronní metoda - PLM

Je bez řízení či vzájemného řízení taktu jednotlivých ústředen v síti, jde o asynchronní metodu. Základní oscilátory, z nichž se odvozuje takt každé ústředny, musí mít v takovéto síti stejný kmitočet s co nejmenší chybou.

#### Metoda master - slave

Využívá 1. ústředny v síti jako řídicí (master), která udává takt nezávisle na ústřednách na ní přímo zapojených. Tyto podřízené (slave) ústředny odvozují takt pro své řízení s taktu nadřízené ústředny. Tento způsob je typický pro hvězdicovou síť.

#### Hierarchická metoda master - slave

Takt z hlavní ústředny se přenáší podle hierarchie sítě přes jednotlivé podřízené ústředny až k ústředně nejnižší úrovni. Při výpadku taktů nadřízené ústředny je automaticky přepojeno řízení taktů na další nižší podřízenou ústřednu, která se tak stává ústřednou nadřízenou. Tím se zvýší spolehlivost synchronizace sítě. Tento způsob je určen především pro polygonální síť.

#### Externí synchronizace

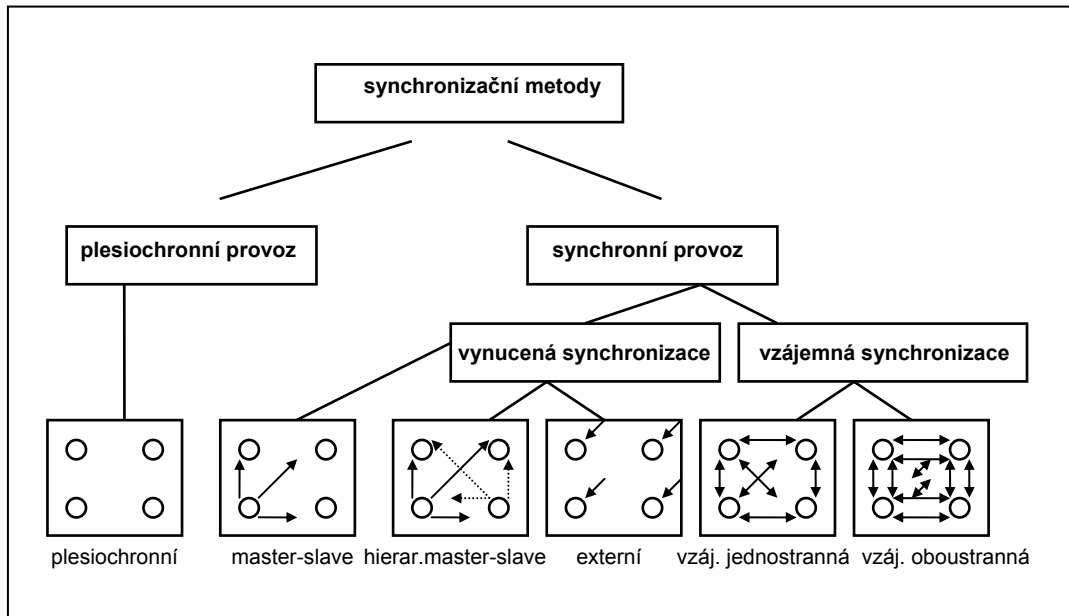
Tato metoda využívá externího frekvenčního normálu pro řízení taktu. Ústředny mohou být na tento normál připojeny prostřednictvím kabelového nebo rádiového spoje. Pak mají všechny společnou frekvenci taktu.

#### Vzájemná synchronizace jednostranná

Všechny generátory taktovacích impulsů v celé síti se podílejí na vytváření společného kmitočtu sítě. Každá ústředna se synchronizuje na průměrnou hodnotu kmitočtů všech ostatních ústředen, tzn. že po ustálení pracují všechny se stejným kmitočtem. Nevýhodou této metody je, že změny některých parametrů přenosového prostředí způsobené zejména změnami teploty mohou způsobit změny frekvence taktu celé sítě. Použití především v polygonální síti.

#### Vzájemná synchronizace oboustranná

Při této metodě se v každé ústředně stanoví výsledná hodnota kmitočtu nejen podle přicházejících kmitočtů, ale i z rozdílů kmitočtů stanovených v ostatních ústřednách. To umožní zajistit nezávislost kmitočtu sítě na změnách teploty a přenosového zpoždění.



Obr. Přehled metod síťové synchronizace

Synchronizace v národní síti je řešena metodami vzájemné a vynucené synchronizace, přičemž celá síť vystupuje vůči mezinárodní jako plesiochronní. Výsledkem rozdílných kmitočtů taktovacích generátorů mohou být ztráty nebo přidání vzorků přenášené informace - slip nebo skluz. Pro přenos tel. hovorů se připouští relativně vysoký počet skluzů za hodinu (např. 300), porucha se projeví zvýšením hluku nebo rušivých impulsů. Vyšší požadavky vznikají při přenosu dat.

#### Přesnost taktovacích generátorů pro různé hodnoty počtu skluzů za časovou jednotku

Pro ústřednu: 1. slip za 71 dní	přesnost takt. gen. $10^{-11}$
7 dní	$10^{-10}$
17 hodin	$10^{-9}$
1,7 hodin	$10^{-8}$
630 s	$10^{-7}$

Mezinárodní síť pracují v plesiochronním režimu, požadovaná přesnost kmitočtů taktovacích generátorů je přitom  $10^{-11}$ . To vyžaduje případně dovybavit mezinárodní ústřednu cesiovým atomovým kmitočtovým normálem. V národní síti je nutné zajistit provoz s přesností  $10^{-9}$ .

## **7.2. Parametry digitálního signálu z hlediska synchronizace**

Nejvýznamějším parametrem při přenosu digitálního signálu je z hlediska informačního obsahu chybovost. Ta přímo souvisí s vlastnostmi základních oscilátorů v síti. Chybovost ovlivňují z tohoto hlediska tyto parametry:

- spolehlivost časových základen jednotlivých ústředen
- stabilita časových základen
- nepřesnost časového intervalu (Time Interval Error - TIE)
- rychlé chvění (Jitter)
- pomalé chvění (Wander)
- četnost skluzů (Slip Rate)